MODUL PRATIKUM OTOMASI - I

PNEUMATIK

Disusun Oleh:

PRIYONO, SST., MT

Politeknik Negeri Manado
Jurusan Teknik Mesin
2017

DAFTAR ISI

Daftar Isi ..... i ii
Pendahuluan iv
Tujuan Umum Pembelajaran vi
Petunjuk Penggunaan Modul vii
Kegiatan Belajar 1 : Silinder Pneumatik viii
1.1 Pendahuluan 1
1.2 Silinder Kerja Tunggal 1
1.2.1 Konstruksi 2
1.2.2 Prinsip Kerja 2
1.2.3 Kegunaan 3
1.2.4 Macam-macam Silinder Kerja Tunggal 3
1.3 Silinder Kerja Ganda 4
1.3.1 Konstruksi 4
1.3.2 Prinsip Kerja 4
1.3.3 Pemasangan 5
1.3.4 Kegunaan 6
1.3.5 Macam-macam Silinder Kerja Ganda 7
1.4 Karakteristik Silinder 8
1.4.1 Gaya Piston 9
1.4.2 Kebutuhan Udara 9
1.4.3 Kecepatan Silinder 11
1.4.4 Langkah Piston 12
Lembar Latihan 13
Lembar Jawaban 14
Kegiatan Belajar 2 : Katup Pneumatik 15
2.1 Katup Kontrol Arah (KKA) 17
2.1.1 Simbol 17
2.1.2 Penomoran Pada Lubang 18
2.1.3 Metode Pengaktifan 19
2.1.4 Konfigurasi dan Konstruksi 20
2.1.5 Jenis Katup KKA 21
2.1.5.1 Katup 3/2 .....

2.1.5.2 Katup 4/2 22
2.1.5.3 Katup 4/3 22
2.1.5.4 Katup 5/2 30
2.1.6 Pemasangan Katup 31
2.2 Katup Satu Arah 32
2.2.1 Katup Cek 32
2.2.2 Katup Fungsi "DAN" 35
2.2.3 Katup Fungsi "ATAU" 35
2.2.4 Katup Buangan-Cepat 36
2.3 Katup Kontrol Aliran 37
2.3.1 Katup Cekik, Dua Arah 38
2.3.2 Katup Kontrol Aliran, Satu Arah 40
2.4 Katup Tekanan 40
2.4.1 Macam-macam Katup Tekanan 41
2.4.2 Katup Pembatas Tekanan 43
2.4.3 Katup Pengatur Tekanan 43
2.4.4 Katup Sakelar Tekanan 44
2.5 Katup Tunda Waktu 44
2.5.1 Macam-macam Katup Tunda Waktu 45
2.5.2 Rangkaian Katup Tunda Waktu 45
Lembar Latihan 45
Lembar Jawaban 47
Umpan Balik 49
Daftar Pustaka 53

PENDAHULUAN

Pengetahuan tentang desain dan fungsi komponen yang sesuai digabungkan ke dalam sistem kontrol pneumatik adalah penting sebelum sistem direncanakan dan dibuat. Untuk para ahli kontrol pneumatik atau mekanik, penekanannya adalah pada fungsi komponen, karena desainnya adalah tanggung jawab pabrik pembuat komponen. Ukuran sambungan saluran biasanya menunjukkan kapasitas kontrol atau operasinya, yang juga dapat bervariasi dengan keterbatasan tergantung pada desain komponen.

Modul ini membahas tentang komponen-komponen kontrol pneumatik yaitu silinder dan katup pneumatik. Ada beberapa jenis silinder, tetapi yang dibahas pada modul ini adalah silinder kerja tunggal dan silinder kerja ganda. Pada silinder yang perlu diketahui adalah konstruksi, cara kerja, kecepatan silinder dan kebutuhan udara silinder. Semua ini dapat dipelajari pada kegiatan belajar 1. Pada kegiatan belajar 2 membahas tentang macam-macam katup kontrol arah, katup kontrol aliran, katup fungsi logika dan katup tekanan serta katup tunda waktu.

Setelah selesai mempelajari komponen-komponen kontrol pneumatik, diharapkan akan memudahkan kita dalam mempelajari rangkaian kontrol pneumatik untuk memecahkan persoalan-persoalan mesin pneumatik.

TUJUAN UMUM PEMBELAJARAN

Setelah pelajaran selesai peserta harus dapat:

1. memahami silinder kerja tunggal,
2. memahami silinder kerja ganda,
3. memahami karakteristik silinder ,
4. memahami prinsip kerja katup kontrol arah,
5. memahami prinsip kerja katup satu arah,
6. memahami prinsip kerja katup kontrol aliran,
7. memahami fungsi katup tekanan ,
8. memahami fungsi katup tunda waktu.

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Modul ini dapat digunakan siapa saja terutama siswa-siswa SMK Bidang Keahlian Teknik Mesin dan Teknik Elektro yang ingin mempelajari dasar-dasar pneumatik tentang komponen-komponen pneumatik. Khusus siswa-siswa SMK Bidang Keahlian Teknik Elektro, modul ini dapat memenuhi tuntutan seperti yang tertulis pada profil kompetensi tamatan .

Modul ini berisi dua kegiatan pembelajaran yaitu :

Kegiatan Belajar 1 : Silinder Pneumatik

Kegiatan Belajar 2 : Katup Pneumatik

Setiap kegiatan belajar berisi informasi teori, lembar latihan dan lembar jawaban. Sebelum mempelajari modul ini perlu terlebih dahulu mempelajari modul tentang " Pembangkitan dan Pendstribusian Udara Bertekanan ". Selelah itu mulailah mempelajari modul ini secara urut dari kegiatan 1 sampai kegiatan 2. Sebelum memulai kegiatan selanjutnya, jawablah pertanyaan-pertanyaan pada lembar jawaban. Jawaban pertanyaan anda dapat mengukur sendiri sampai sejauh mana anda memahami materi yang diberikan. Kunci jawaban ada pada lembar jawaban.

Setelah belajar modul " Komponen Kontrol Pneumatik " , anda dapat mempelajari modul selanjutnya yaitu modul pneumatik tentang "Rangkaian Pneumatik ".

Selamat belajar !

Kegiatan Belajar 1

SILINDER PNEUMATIK

Tujuan Khusus Pembelajaran

Peserta dapat :

1. menyebutkan bagian-bagian silinder kerja tunggal.
2. menjelaskan prinsip kerja silinder kerja tunggal.
3. menyebutkan bagian-bagian silinder kerja ganda.
4. menjelaskan prinsip kerja silinder kerja ganda.
5. menjelaskan pemasangan silinder
6. menyebutkan kegunaan silinder.
7. menentukan gaya piston silinder.
8. menentukan kebutuhan udara yang dibutuhkan silinder
9. menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan silinder.

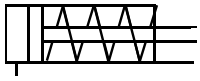
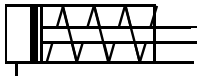
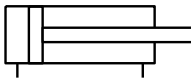
1.1. Pendahuluan

Aktuator adalah bagian keluaran untuk mengubah energi suplai menjadi energi kerja yang dimanfaatkan. Sinyal keluaran dikontrol oleh sistem kontrol dan aktuator bertanggung jawab pada sinyal kontrol melalui elemen kontrol terakhir.

Aktuator pneumatik dapat digolongkan menjadi 2 kelompok : ***gerak lurus*** dan ***putar***. :

1. Gerakan lurus (gerakan linear) :
   - Silinder kerja tunggal.
   - Silinder kerja ganda.
2. Gerakan putar :
   - Motor udara
   - Aktuator yang berputar (ayun)

Simbol-simbol aktuator linear sebagai berikut :

SIMBOL	NAMA KOMPONEN
	Silinder kerja tunggal
	Silinder kerja tunggal , piston dengan magnet tetap
	Silinder kerja ganda

Simbol aktuator gerakan putar :

SIMBOL	NAMA KOMPONEN
	Motor udara, putaran satu arah, kapasitas tetap.
	Motor udara, putaran satu arah, kapasitas bervariasi.
	Motor udara, putaran dua arah ,kapasitas bervariasi.
	Aktuator putar lintasan terbatas. Putaran dua arah.

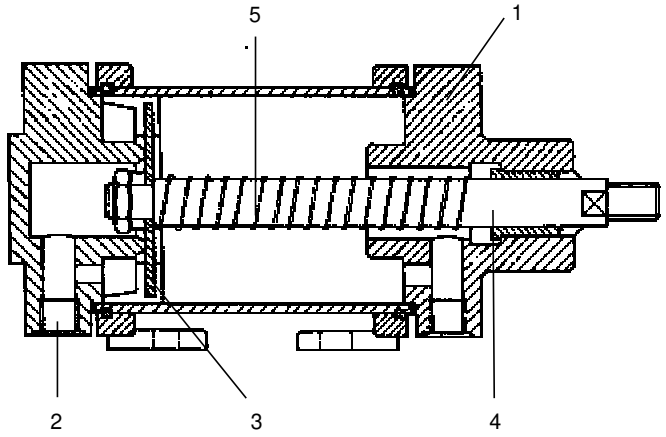
1.2. Silinder Kerja Tunggal

1.2.1 Konstruksi

Silinder kerja tunggal mempunyai seal piston tunggal yang dipasang pada sisi suplai udara bertekanan. Pembuangan udara pada sisi batang piston silinder dikeluarkan ke atmosfir melalui saluran pembuangan. Jika lubang pembuangan tidak diproteksi dengan sebuah penyaring akan memungkinkan masuknya partikel halus dari debu ke dalam silinder yang bisa merusak seal.

Apabila lubang pembuangan ini tertutup akan membatasi atau menghentikan udara yang akan dibuang pada saat silinder gerakan keluar dan gerakan akan menjadi tersentak-sentak atau terhenti. Seal terbuat dari bahan yang fleksibel yang ditanamkan di dalam piston dari logam atau plastik. Selama bergerak permukaan seal bergeser dengan permukaan silinder.

Gambar konstruksi silinder kerja tunggal sebagai berikut :



Keterangan

1. Rumah silinder
2. Lubang masuk udara bertekanan
3. Piston
4. Batang piston
5. Pegas pengembali

Gambar 1.1 : Konstruksi Silinder Kerja Tunggal

1.2.2 Prinsip Kerja

Dengan memberikan udara bertekanan pada satu sisi permukaan piston, sisi yang lain terbuka ke atmosfir. Silinder hanya bisa memberikan gaya kerja ke satu arah . Gerakan piston kembali masuk diberikan oleh gaya pegas yang ada didalam silinder direncanakan hanya untuk mengembalikan silinder pada posisi awal dengan alasan agar kecepatan kembali tinggi pada kondisi tanpa beban.

Pada silinder kerja tunggal dengan pegas, langkah silinder dibatasi oleh panjangnya pegas . Oleh karena itu silinder kerja tunggal dibuat maksimum langkahnya sampai sekitar 80 mm.

1.2.3 Kegunaan

Menurut konstruksinya silinder kerja tunggal dapat melaksanakan berbagai fungsi gerakan , seperti :

menjepit benda kerja

pemotongan

pengeluaran

pengepresan

pemberian dan pengangkatan.

1.2.4. Macam-Macam Silinder Kerja Tunggal

Ada bermacam-macam perencanaan silinder kerja tunggal termasuk :

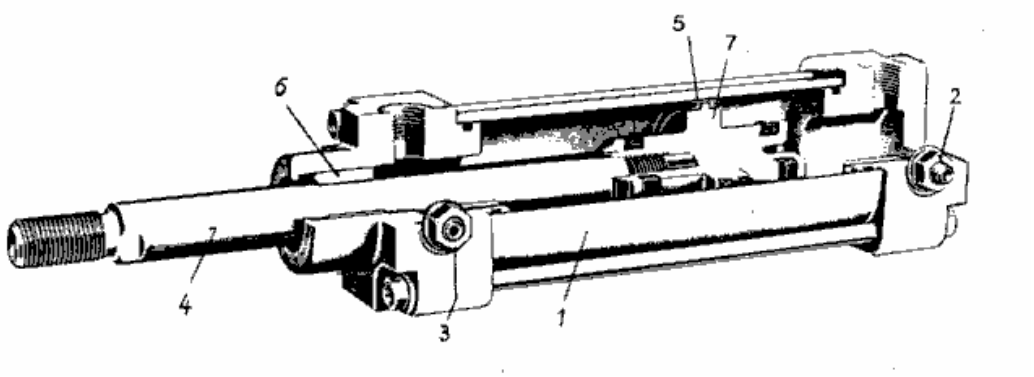
Silinder membran (diafragma)

Silinder membran dengan rol

1.3 Silinder Ganda

1.3.1 Konstruksi

Konstruksi silinder kerja ganda adalah sama dengan silinder kerja tunggal, tetapi tidak mempunyai pegas pengembali. Silinder kerja ganda mempunyai dua saluran (saluran masukan dan saluran pembuangan). Silinder terdiri dari tabung silinder dan penutupnya, piston dengan seal, batang piston, bantalan, ring pengikis dan bagian penyambungan. Konstruksinya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 1.2 : Konstruksi Silinder Kerja Ganda

Keterangan :

1. Batang / rumah silinder
2. Saluran masuk
3. Saluran keluar
4. Batang piston
5. Seal
6. Bearing
7. Piston

Biasanya ***tabung silinder*** terbuat dari tabung baja tanpa sambungan. Untuk memperpanjang usia komponen seal permukaan dalam tabung silinder dikerjakan dengan mesin yang presisi. Untuk aplikasi khusus tabung silinder bisa dibuat dari aluminium , kuningan dan baja pada permukaan yang bergeser dilapisi chrom keras. Rancangan khusus dipasang pada suatu area dimana tidak boleh terkena korosi.

Penutup akhir tabung adalah bagian paling penting yang terbuat dari bahan cetak seperti aluminium besi tuang. Kedua penutup bisa diikatkan pada tabung silinder dengan batang pengikat yang mempunyai baut dan mur.

Batang piston terbuat dari baja yang bertemperatur tinggi. Untuk menghindari korosi dan menjaga kelangsungan kerjanya, batang piston harus dilapisi chrom.

Ring seal dipasang pada ujung tabung untuk mencegah kebocoran udara. Bantalan penyangga gerakan batang piston terbuat dari PVC, atau perunggu. Di depan bantalan ada sebuah ring pengikis yang berfungsi mencegah debu dan butiran kecil yang akan masuk ke permukaan dalam silinder. Bahan seal pasak dengan alur ganda :

Perbunan	untuk	- 20 C	s/d	+ 80 C
Viton	untuk	- 20 C	s/d	+ 190 C
Teflon	untuk	- 80 C	s/d	+ 200 C

Ring O normal digunakan untuk seal diam.

1.3.2 Prinsip Kerja

Dengan memberikan udara bertekanan pada satu sisi permukaan piston (arah maju) , sedangkan sisi yang lain (arah mundur) terbuka ke atmosfir, maka gaya diberikan pada sisi permukaan piston tersebut sehingga batang piston akan terdorong keluar sampai mencapai posisi maksimum dan berhenti. Gerakan silinder kembali masuk, diberikan oleh gaya pada sisi permukaan batang piston (arah mundur) dan sisi permukaan piston (arah maju) udaranya terbuka ke atmosfir.

Keuntungan silinder kerja ganda dapat dibebani pada kedua arah gerakan batang pistonnya. Ini memungkinkan pemasangannya lebih fleksibel. Gaya yang diberikan pada batang piston gerakan keluar lebih besar daripada gerakan

masuk. Karena efektif permukaan piston dikurangi pada sisi batang piston oleh luas permukaan batang piston

Silinder aktif adalah dibawah kontrol suplai udara pada kedua arah gerakannya. Pada prinsipnya panjang langkah silinder dibatasi, walaupun faktor lengkungan dan bengkokan yang diterima batang piston harus diperbolehkan. Seperti silinder kerja tunggal, pada silinder kerja ganda piston dipasang dengan seal jenis cincin O atau membran.

1.3.3. Pemasangan Silinder

Jenis pemasangan silinder ditentukan oleh cara cara gerakan silinder yang ditempatkan pada sebuah mesin atau peralatan . Silinder bisa dirancang dengan ***jenis pemasangan permanen*** jika tidak harus diatur setiap saat. Alternatif lain, silinder bisa menggunakan ***jenis pemasangan yang diatur***, yang bisa diubah dengan menggunakan perlengkapan yang cocok pada prinsip konstruksi modul. Alasan ini adalah penyederhanaan yang penting sekali dalam penyimpanan, lebih khusus lagi dimana silinder pneumatik dengan jumlah besar digunakan seperti halnya silinder dasar dan bagian pemasangan dipilih secara bebas membutuhkan untuk disimpan.

Pemasangan silinder dan kopling batang piston harus digabungkan dengan hati-hati pada penerapan yang relevan, karena silinder harus dibebani hanya pada arah aksial. Secepat gaya dipindahkan ke sebuah mesin, secepat itu pula tekanan terjadi pada silinder. Jika sumbu salah gabung dan tidak segaris dipasang, tekanan bantalan pada tabung silinder dan batang piston dapat diterima. Sebagai akibatnya adalah :

Tekanan samping yang besar pada bantalan silinder memberikan indikasi bahwa pemakaian silinder meningkat.

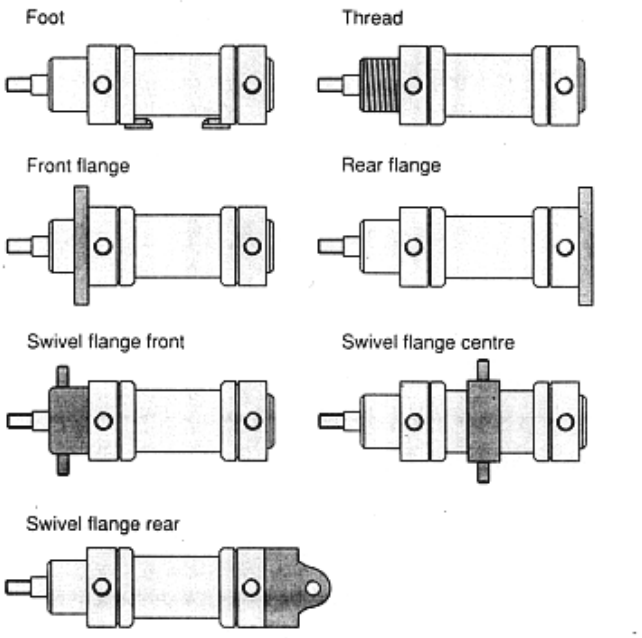
Tekanan samping pada batang piston akan mengikis bantalan

Tekanan tidak seimbang pada seal piston dan batang piston.

Tekanan samping ini sering mendahului faktor pengurangan perawatan silinder yang sudah direncanakan sebelumnya. Pemasangan bantalan silinder yang dapat diatur dalam tiga dimensi membuat kemungkinan untuk menghindari tekanan bantalan yang berlebihan pada silinder. Momen bengkok yang akan terjadi selanjutnya dibatasi oleh penggesekan yang bergeser pada

bantalan. Ini bertujuan bahwa silinder diutamakan bekerja hanya pada tekanan yang sudah direncanakan, sehingga bisa mencapai secara maksimum perawatan yang sudah direncanakan.

Gambar di bawah menunjukkan cara pemasangan silinder.



Gambar 1.3 : Cara pemasangan silinder

1.3.4 Kegunaan

Silinder pneumatik telah dikembangkan pada arah berikut :

Kebutuhan penyensoran tanpa sentuhan (menggunakan magnit pada piston untuk mengaktifkan katup batas /limit switch dengan magnit)

Penghentian beban berat pada unit penjepitan dan penahan luar tiba-tiba.

Silinder rodless digunakan dimana tempat terbatas.

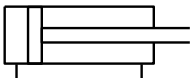
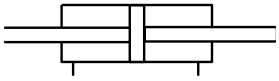
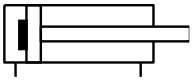
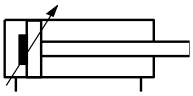
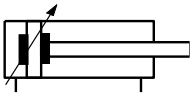
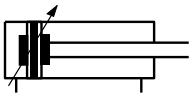
Alternatif pembuatan material seperti plastik

Mantel pelindung terhadap pengaruh lingkungan yang merusak, misalnya sifat tahan asam

Penambah kemampuan pembawa beban.

Aplikasi robot dengan gambaran khusus seperti batang piston tanpa putaran, batang piston berlubang untuk mulut pengisap.

1.3.5 Macam-Macam Silinder Kerja Ganda

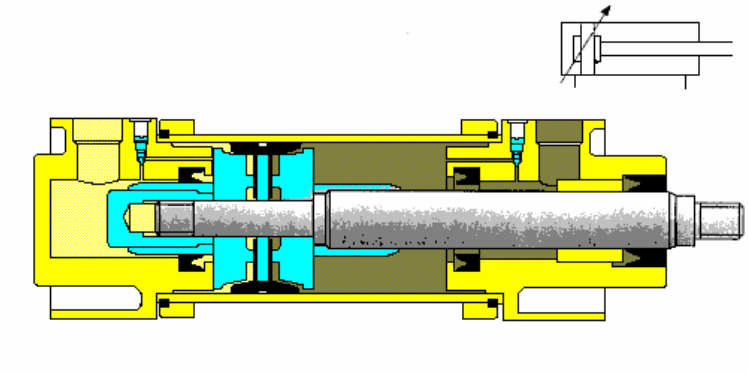
SIMBOL	NAMA KOMPONEN
	Silinder kerja ganda
	Silinder kerja ganda dengan batang piston sisi ganda.
	Silinder kerja ganda dengan bantalan udara tetap dalam satu arah.
	Silinder kerja ganda dengan bantalan udara tunggal , dapat diatur pada satu sisi.
	Silinder kerja ganda dengan bantalan udara ganda , dapat diatur pada kedua sisi.
	Silinder kerja ganda dengan bantalan udara ganda , dapat diatur pada kedua sisi dan piston bermagnet.

1.3.5.1 Silinder Dengan Peredam Diakhir Langkah

Jika silinder harus menggerakkan massa yang besar, maka dipasang peredam di akhir langkah untuk mencegah benturan keras dan kerusakan silinder. Sebelum mencapai posisi akhir langkah, peredam piston memotong langsung jalan arus pembuangan udara ke udara bebas. Untuk itu disisakan sedikit sekali penampang pembuangan yang umumnya dapat diatur. Sepanjang bagian terakhir dari jalan langkah , kecepatan masuk dikurangi secara drastis.

Jangan sekali-sekali menutup baut pengatur secara penuh sebab akan mengakibatkan batang piston tidak dapat mencapai posisi akhir gerakannya. Pada gaya yang sangat besar dan percepatan yang tinggi, harus dilakukan upaya pengamanan khusus. Pasanglah peredam kejut luar untuk memperkuat daya hambat.

Konstruksi silinder kerja ganda dengan bantalan udara sebagai berikut :



Gambar 1.4 : silinder kerja ganda dengan bantalan udara

1.4 Karakteristik Silinder

Karakteristik penampilan silinder dapat ditentukan secara teori atau dengan data-data dari pabriknya. Kedua metode ini dapat dilaksanakan, tetapi biasanya untuk pelaksanaan dan penggunaan tertentu, data-data dari pabriknya adalah lebih menyakinkan.

1.4.1 Gaya Piston

Gaya piston yang dihasilkan oleh silinder bergantung pada tekanan udara, diameter silinder dan tahanan gesekan dari komponen perapat. Gaya piston secara teoritis dihitung menurut rumus berikut :

$$F = A.\ p$$

Untuk silinder kerja tunggal :

$$F = \left(D^2 \cdot \frac{\pi}{4} p \right) - f$$

Untuk silinder kerja ganda :

- langkah maju $F = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} p$

- langkah mundur $$F = \left(D^2 - d^2\right) \cdot \frac{\pi}{4} p$$

Keterangan :

F = Gaya piston (N)

f = Gaya pegas (N)

D = Diameter piston (m)

d = Diameter batang piston (m)

A = Luas penampang piston yang dipakai (m^2)

p = Tekanan kerja (Pa)

Pada silinder kerja tunggal, gaya piston silinder kembali lebih kecil daripada gaya piston silinder maju karena pada saat kembali digerakkan oleh pegas . Sedangkan pada silinder kerja ganda, gaya piston silinder kembali lebih kecil daripada silinder maju karena adanya diameter batang piston akan mengurangi luas penampang piston. Sekitar 3 - 10 % adalah tahanan gesekan. Berikut ini adalah gaya piston silinder dari berbagai ukuran pada tekanan 1 - 10 bar.

Diameter	**Tekanan Kerja (bar)**									
Piston	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
(mm)	**Gaya Piston (kgf)**									
6	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
25	4	9	13	17	21	24	30	34	38	42
35	8	17	26	35	43	52	61	70	78	86
40	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
50	17	35	53	71	88	106	124	142	159	176
70	34	69	104	139	173	208	243	278	312	346
100	70	141	212	283	353	424	495	566	636	706
140	138	277	416	555	693	832	971	1110	1248	1386
200	283	566	850	1133	1416	1700	1983	2266	2550	2832
250	433	866	1300	1733	2166	2600	3033	3466	3800	4332

Silinder pneumatik tahan terhadap beban lebih. Silinder pneumatik dapat dibebani lebih besar dari kapasitasnya. Beban yang tinggi menyebabkan silinder diam.

1.4.2 Kebutuhan Udara

Untuk menyiapan udara dan untuk mengetahui biaya pengadaan energi, terlebih dahulu harus diketahui konsumsi udara pada sistem. Pada tekanan kerja, diameter piston dan langkah tertentu, konsumsi udara dihitung sebagai berikut :

Kebutuhan udara = perbandingan kompresi x luas penampang piston x panjang langkah

$$Perbanding\ an\ \ kompresi \quad \frac{1{,}031\ \ tekanan\ \ kerja(bar)}{1{,}031}$$

Untuk mempermudah dan mempercepat dalam menentukan kebutuhan udara, tabel di bawah ini menunjukkan kebutuhan udara persentimeter langkah piston untuk berbagai macam tekanan dan diameter piston silinder.

Tabel : Kebutuhan udara silinder pneumatik persentimeter langkah dengan fungsi tekanan kerja dan diameter piston.

Diameter	Tekanan Kerja (bar)									
Piston	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(mm)	Kebutuhan udara (q) dalam liter/cm langkah									
6	0,0005	0,0008	0,0011	0,0014	0,0016	0,0019	0,0022	0,0025	0,0027	0,0030
12	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012
16	0,004	0,006	0,008	0,010	0,011	0,014	0,016	0,018	0,020	0,022
25	0,010	0,014	0,019	0,024	0,029	0,033	0,038	0,043	0,048	0,052
35	0,019	0,028	0,038	0,047	0,056	0,066	0,075	0,084	0,093	0,103
40	0,025	0,037	0,049	0,061	0,073	0,085	0,097	0,110	0,122	0,135
50	0,039	0,058	0,077	0,096	0,115	0,134	0,153	0,172	0,191	0,210
70	0,076	0,113	0,150	0,187	0,225	0,262	0,299	0,335	0,374	0,411
100	0,155	0,231	0,307	0,383	0,459	0,535	0,611	0,687	0,763	0,839
140	0,303	0,452	0,601	0,750	0,899	1,048	1,197	1,346	1,495	1,644
200	0,618	0,923	1,227	1,531	1,835	2,139	2,443	2,747	3,052	3,356
250	0,966	1,441	1,916	2,392	2,867	3,342	3,817	4,292	4,768	5,243

Kebutuhan udara dihitung dengan satuan liter/menit (l/min) sesuai dengan standar kapasitas kompresor. Kebutuhan udara silinder sebagai berikut :

Silinder kerja tunggal : Q = s . n . q dalam l/min

Silinder kerja Ganda : Q = 2 (s n q) dalam l/min

Keterangan :

Q = kebutuhan udara silinder (l/min)

q = kebutuhan udara persentimeter langkah piston

s = panjang langkah piston (cm)

n = jumlah siklus kerja per menit

1.4.3 Kecepatan Piston

Kecepatan piston rata-rata dari silinder standar berkisar antara 0,1-1,5 m/s (6 - 90 m/min). Silinder khusus dapat mencapai kecepatan 10 m/s. Kecepatan silinder pneumatik tergantung :

beban (gaya yang melawan silinder),

tekanan kerja,

diameter dalam dan panjang saluran antara silinder dan katup kontrol arah,

ukuran katup kontrol arah yang digunakan.

Kecepatan piston dapat diatur dengan *katup pengontrol aliran* dan dapat ditingkatkan dengan *katup pembuang cepat* yang dipasang pada sistem kontrol tersebut. Kecepatan rata-rata piston tergantung dari gaya luar yang melawan piston (beban) dan ukuran lubang aliran dapat dilihat seperti pada tabel berikut :

Diameter Piston mm	Lubang Masuk mm	Beban dalam %				
		0	20	40	60	80
		Kecepatan Piston dalam mm/detik				
25	**4**	580	530	450	380	300
35	**7**	980	885	785	690	600
50	**7**	480	440	400	360	320
70	**7**	230	215	200	180	150
70	**9**	530	470	425	380	310
100	**7**	120	110	90	80	60
100	**9**	260	230	205	180	130
140	**9**	130	120	110	90	70
140	**12**	300	260	230	200	170
200	**9**	65	60	55	50	40
200	**12**	145	130	120	105	85
200	**19**	330	300	280	250	215
250	**19**	240	220	185	165	115

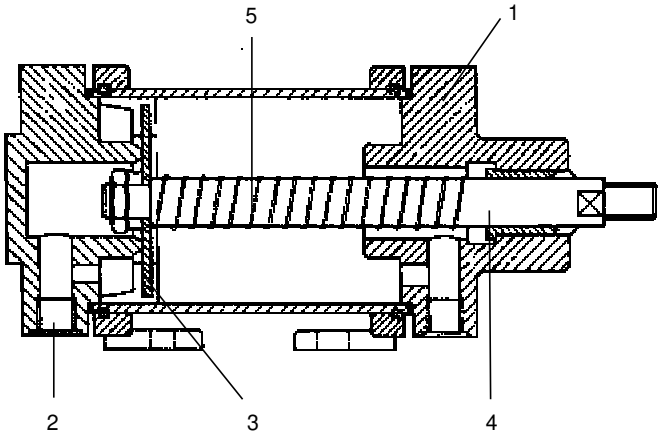
1.4.4 Langkah Piston

Langkah silinder pneumatik tidak boleh lebih dari 2 m, sedangkan untuk silinder rodless jangan lebih dari 10 m. Akibat langkah yang panjang, tekanan mekanik batang piston dan bantalan menjadi terlalu besar. Untuk menghindari bahaya tekanan, diameter batang piston pada langkah yang panjang harus sedikit lebih besar.

Lembar Latihan

Silinder Kerja Tunggal

1. Sebutkan bagian-bagian silinder kerja tunggal, seperti pada gambar berikut!

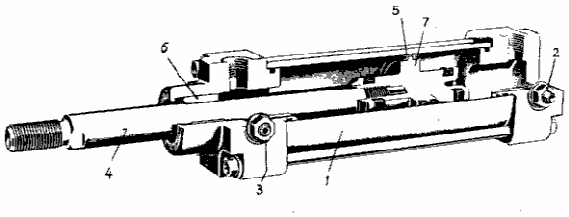


1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....

2. Lebih besar mana gaya yang dihasilkan silinder kerja tunggal pada saat maju atau mundur? Jelaskan !
3. Di mana silinder kerja tunggal digunakan?

Silinder Kerja Ganda

4. Sebutkan bagian-bagian silinder kerja ganda , seperti gambar berikut ini !



1. ….....
2. ….....
3. ….....
4. ….....
5. ….....
6. .....
7. .....

5. Bagaimana silinder dapat bergerak maju dan mundur ?

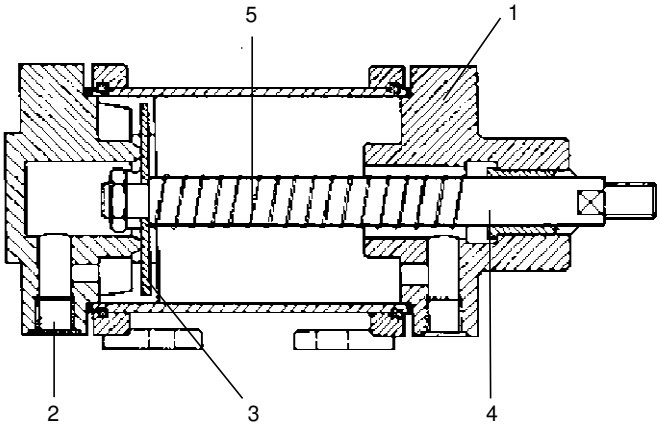
Karakteristik Silinder

6. Bandingkan gaya langkah mundur dengan gaya langkah maju pada silinder kerja ganda ! Mengapa demikian ?
7. Silinder dengan diameter piston 70 mm, mempunyai lubang masuk 9 mm, beban terpasang 60% beban penuh. Berapa m/det.-kah kecepatan gerak silinder.

Lembar Jawaban

Silinder Kerja Tunggal

1. Sebutkan bagian-bagian silinder kerja tunggal, seperti pada gambar berikut !



Jawab

1. Rumah silinder
2. Lubang masuk udara bertekanan
3. Piston
4. Batang piston
5. Pegas pengembali

2. Lebih besar mana gaya yang dihasilkan silinder kerja tunggal pada saat maju atau mundur? Jelaskan !

Jawab :

Untuk dapat maju , gaya piston maju harus lebih besar dari gaya pegas. Oleh karena itu gaya yang dihasilkan silinder maju lebih besar dari pada silinder mundur.

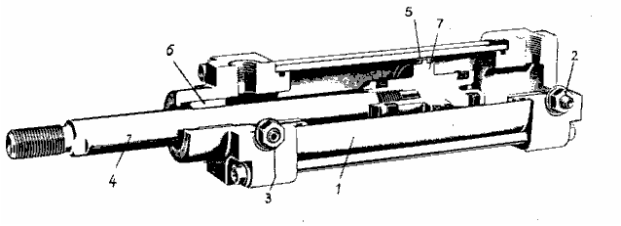
3. Di mana silinder kerja tunggal digunakan?

Jawab :

Silinder kerja tunggal digunakan pada mesin pengepresan, penjepit benda kerja dsb.

Silinder Kerja Ganda

4. Sebutkan bagian-bagian silinder kerja ganda, seperti gambar berikut ini !



Jawab :

1. Rumah silinder
2. Saluran masuk
3. Saluran keluar
4. Batang piston
5. Seal
6. Bearing
7. Piston

5. Bagaimana silinder dapat bergerak maju dan mundur ?

Jawab :

Bila pada saluran masuk (lubang 2) dialiri udara bertekanan dan pada saluran keluar (lubang 3) terhubung ke atmosfir, maka silinder akan maju. Aliran dimatikan , posisi batang silinder tetap di luar. Bila aliran masuk dari lubang keluaran (lubang 3) dan lubang masuk (lubang 2) terhubung ke atmosfir, maka batang silinder kembali masuk ke dalam rumah silinder. Bila lubang 2 tersumbat, batang silinder tidak dapat masuk ke dalam rumah silinder.

Karakteristik Silinder

6. Bandingkan gaya langkah mundur dengan gaya langkah maju pada silinder kerja ganda ! Mengapa demikian ?

Jawab:

Pada silinder kerja ganda gaya piston mundur juga lebih kecil daripada gaya piston maju, sebab pada saat mundur luas penampang piston akan dikurangi seluas batang piston.

7. Silinder dengan diameter piston 70 mm, mempunyai lubang masuk 9 mm, beban terpasang 60% beban penuh. Berapa m/det.-kah kecepatan gerak silinder.

Jawab:

Baca tabel didapatkan 380 mm/detik (380 mm/detik = 0,38 m/detik)

Kegiatan Belajar 2

KATUP PNEUMATIK

Tujuan Khusus Pembelajaran

Peserta dapat :

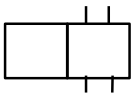
1. menyebutkan macam-macam KKA,
2. menjelaskan cara membaca simbol KKA,
3. menyebutkan macam-macam cara mengaktifkan KKA,
4. menjelaskan cara kerja katup 3/2, 4/2, 5/2,
5. menjelaskan prinsip kerja katup cek (Check Valve),
6. menjelaskan prinsip kerja katup fungsi " DAN ",
7. menjelaskan prinsip kerja katup fungsi " ATAU ",
8. menjelaskan prinsip kerja katup buangan cepat,
9. menjelaskan fungsi katup fungsi "DAN", "ATAU" dan katup buangan-cepat,
10. membedakan katup cekik dengan katup kontrol aliran satu arah,
11. menjelaskan prinsip kerja katup kontrol aliran satu arah,
12. menjelaskan kegunaan katup kontrol aliran satu arah.
13. menyebutkan macam-macam katup tekanan,
14. menjelaskan cara kerja katup pengatur tekanan dengan benar,
15. menjelaskan cara kerja katup pembatas tekanan dengan benar,
16. menjelaskan cara kerja katup sakelar tekanan dengan benar,
17. menyebutkan macam-macam konfigurasi katup tunda waktu,
18. menjelaskan cara kerja katup tunda waktu dengan benar.

2.1 Katup Kontrol Arah (KKA)

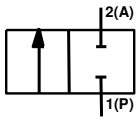
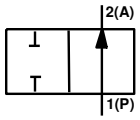
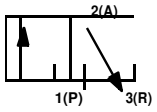
Katup kontrol arah adalah bagian yang mempengaruhi jalannya aliran udara . Aliran udara akan lewat, terblokir atau membuang ke atmosfir tergantung dari lubang dan jalan aliran KKA tersebut. KKA digambarkan dengan jumlah lubang dan jumlah kotak. Lubang-lubang menunjukkan saluran - saluran udara dan jumlah kotak menunjukkan jumlah posisi.

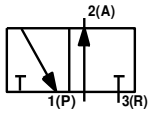
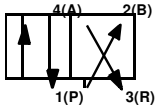
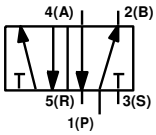
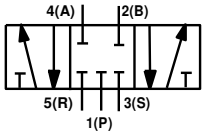
2.1.1 Simbol

Cara membaca simbol katup pneumatik sebagai berikut :

	Kotak menunjukkan posisi pensakelaran katup
	Jumlah kotak menunjukkan jumlah posisi pensakelaran katup Contoh : - jumlah kotak 2 menunjukkan hanya 2 kemungkinan pensakelaran misal : posisi **ON** dan posisi **OFF**. - jumlah kotak 3 menunjukkan 3 kemungkinan pensakelaran misal : posisi **1 - 0 - 2**
	Garis menunjukkan lintasan aliran. Panah menunjukkan arah aliran
	Garis blok menunjukkan aliran tertutup (terblokir)
	Garis diluar kotak menunjukkan saluran masukan dan keluaran, digambar di posisi awal

Simbol-simbol katup kontrol arah sebagai berikut :

SIMBOL	NAMA KATUP
	KKA 2/2 , N/C
	KKA 2/2 , N/O
	KKA 3/2 , N/C

	KKA 3/2 , N/O
	KKA 4/2
	KKA 5/2
	KKA 5/3 , posisi tengah tertutup

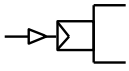
2.1.2 Penomoran Pada Lubang

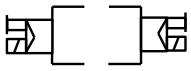
Sistem penomoran yang digunakan untuk menandai KKA sesuai dengan DIN ISO 5599. Sistem huruf terdahulu digunakan dan sistem penomoran dijelaskan sebagai berikut :

Lubang/Sambungan	DIN ISO 5599	Sistem Huruf
Lubang tekanan (masukan)	1	P
Lubang keluaran	2,4	B , A
Lubang pembuangan	3 (katup 3/2)	R (katup 3/2)
Lubang pembuangan	5 , 3 (katup 5/2)	R , S (katup 5/2)
Saluran pengaktifan :		
membuka aliran 1 ke 2	12 (katup 3/2)	Z (katup 3/2)
membuka aliran 1 ke 2	12 (katup 5/2)	Y (katup 5/2)
membuka aliran 1 ke 4	14 (katup 5/2)	Z (katup 5/2)

2.1.3 Metode Pengaktifan

Metode pengaktifan KKA bergantung pada tugas yang diperlukan . Jenis pengaktifan bervariasi, seperti secara mekanis, pneumatis, elektris dan kombinasi dari semuanya. Simbol metode pengaktifan diuraikan dalam standar DIN 1219 berikut ini :

Jenis Pengaktifan	Keterangan
Mekanik :	
	Operasi tombol
	Tombol
	Operasi tuas
	Pedal kaki
	Pegas kembali
	Operasi rol
	Operasi rol, satu arah
Pneumatis	
	Pengaktifan langsung pneumatik
	Pengaktifan tidak langsung pneumatik (pilot / pemandu)

Jenis Pengaktifan	Keterangan
Listrik	
	Operasi dengan solenoid tunggal
	Operasi dengan solenoid ganda
Kombinasi	
	Solenoid ganda dan operasi pilot (pemandu) dengan tambahan manual

2.1.4 Konfigurasi dan Konstruksi

Perencanaan dikategorikan sebagai berikut :

a. *Katup duduk :*

Katup dengan kedudukan bola

Katup dengan kedudukan piringan

b. *Katup geser :*

Katup geser memanjang

Katup geser rata memanjang

Katup geser dengan piringan

2.1.4.1 Katup Duduk

Dengan katup duduk aliran terbuka dan tertutup dengan menggunakan bola, piringan dan kerucut. Kedudukan katup biasanya ditutupi dengan menggunakan penutup elastis. Kedudukan katup mempunyai sedikit bagian yang aktif dan karena itu ia mempunyai kelangsungan hidup yang lama. Katup ini *sangat peka sekali dan tidak tahan terhadap kotoran*. Bagaimanapun juga gaya aktuasinya relatif lebih besar seperti untuk menahan gaya pegas pengembali yang ada di dalam dan tekanan udara.

2.1.4.2 Katup Geser

Pada katup geser masing-masing sambungan dihubungkan bersama atau ditutup oleh kumparan geser, kumparan geser yang rata dan katup dengan piringan geser.

2.1.5 Jenis Katup KKA

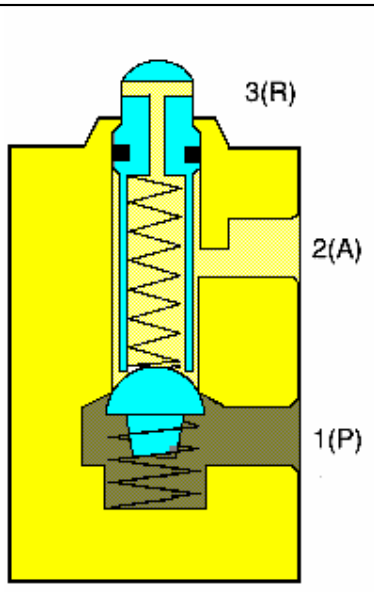
2.1.5.1 Katup 3/2

Katup 3/2 adalah katup yang membangkitkan sinyal dengan sifat bahwa sebuah sinyal keluaran dapat dibangkitkan juga dapat dibatalkan/diputuskan. Katup 3/2 mempunyai 3 lubang dan 2 posisi. Ada 2 konstruksi sambungan keluaran :

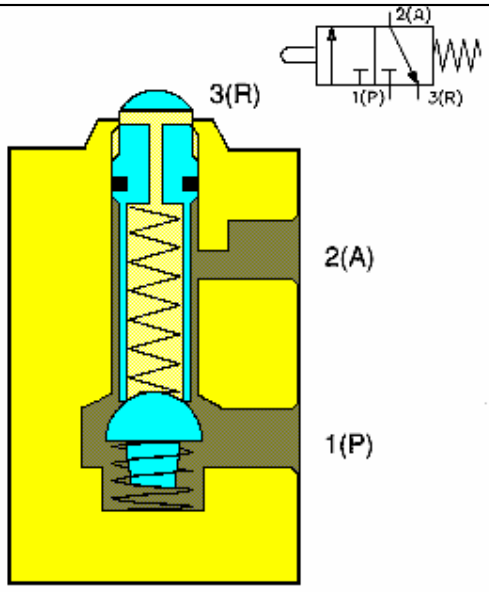
posisi normal tertutup (N/C) artinya katup belum diaktifkan, pada lubang keluaran tidak ada aliran udara bertekanan yang keluar.

posisi normal terbuka (N/O) artinya katup belum diaktifkan, pada lubang keluaran sudah ada aliran udara bertekanan yang keluar.

2.1.5.1.1 Katup 3/2 N/C , Bola Duduk



Gambar 2.1a : Katup dalam keadaan tidak aktif

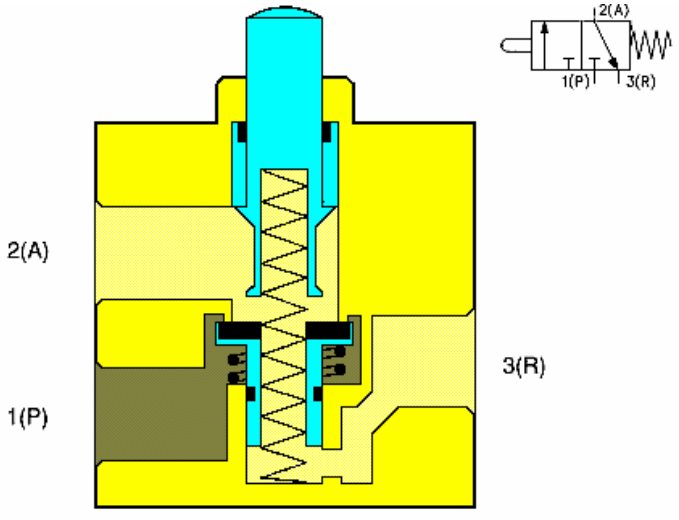


Gambar 2.1b : Katup dalam keadaan aktif

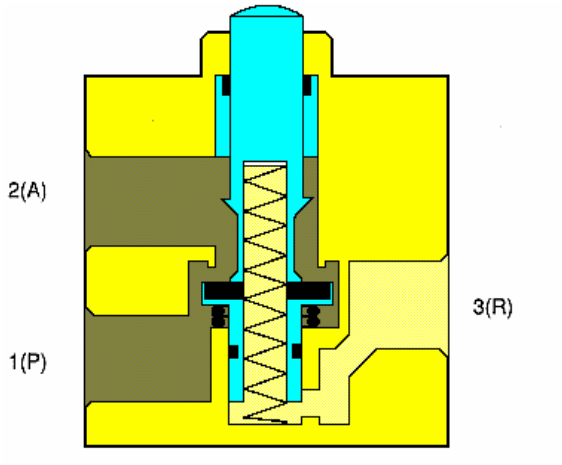
Hubungan posisi awal katup adalah lubang keluaran sinyal 2(A) terhubung dengan lubang pembuangan 3 (R). Gaya pegas mengembalikan sebuah bola pada kedudukan katup sehingga mencegah udara bertekanan mengalir dari lubang 1(P) ke lubang keluaran 2(A) . Dengan tertekannya tuas penekan katup menyebabkan bola duduk menerima gaya dan lepas dari kedudukannya. Dalam melakukan ini gaya tekan harus dapat melawan gaya pegas pengembali dan akhirnya udara bertekanan harus mengalir. Suplai udara bertekanan ke posisi keluaran katup dan sinyal dikeluarkan. Sekali tuas penekan dilepas lubang 1(P) tertutup dan lubang keluaran 2(A) terhubung ke lubang pembuangan 3(R) melalui tuas penekan sehingga sinyal dipindahkan.

Dalam hal ini katup dioperasikan secara manual atau mekanik. Untuk menggerakkan tuas katup sebagai tambahan pengaktifan bisa dipasang langsung pada kepala katup seperti tombol tekan, rol dan sebagainya. Gaya yang dibutuhkan untuk mengaktifkan tuas tergantung pada tekanan suplai gaya pegas pengembali dan kerugian gesekan dalam katup. Ukuran katup dan luas permukaan kedudukan katup harus lebih kecil untuk mendapatkan batasan gaya aktifnya yang kecil pula. Konstruksi katup bola duduk sangat sederhana dan oleh karena itu harganya relatif murah. Yang membedakan adalah ukuran yang sederhana dan praktis.

2.1.5.1.2 Katup 3/2 N/C , Dudukan Piring



Gambar 2.2 : Katup 3/2 N/C, dalam keadaan tidak aktif

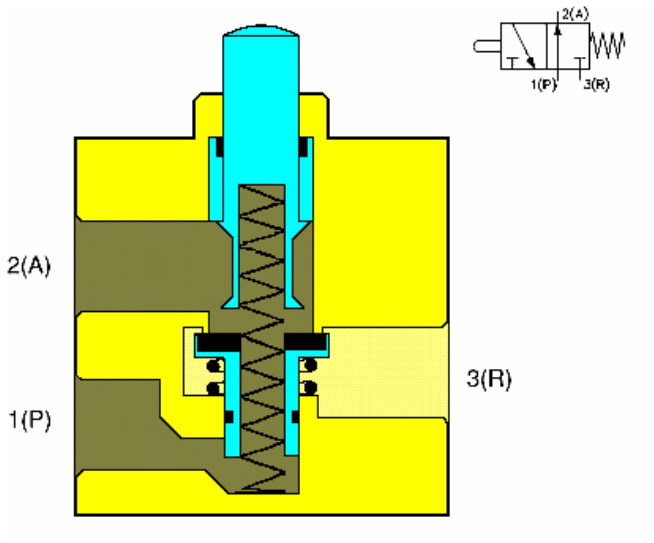


Gambar 2.3 : Katup 3/2 N/C, dalam keadaan aktif

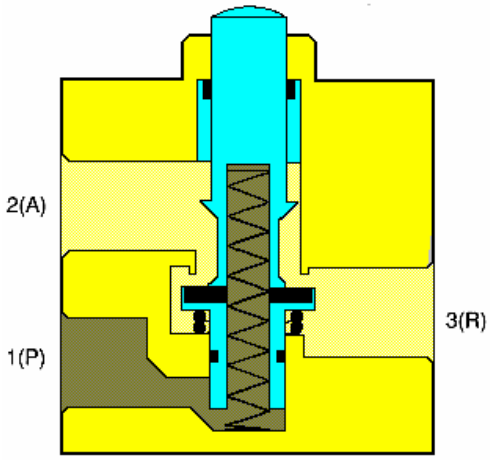
Katup yang ditunjukkan disini dikonstruksi pada prinsip dudukan piring. Karet sealnya sederhana tetapi efektif. Waktu reaksinya pendek dan gerakan sedikit pada permukaan yang luas cukup untuk mengalirkan udara. Sama juga dengan katup dudukan bola, katup ini sangat peka dan tidak tahan terhadap kotoran dan mempunyai kelangsungan hidup yang lama.

Katup jenis dudukan piring tunggal adalah jenis tanpa konflik sinyal. Jika dioperasikan dengan lambat tidak ada udara yang hilang . Dengan aktifnya tuas menyebabkan tertutupnya saluran udara dari lubang 2(A) ke lubang pembuangan 3(R). Selanjutnya dengan menekan tuas piring didorong dari dudukannya sehingga memperbolehkan udara bertekanan mengalir dari lubang masukan 1(P) ke lubang keluaran 2(A). Pengembalian ke posisi awal dilakukan oleh pegas pengembali. Dengan melepas tuas, lubang masukan 1(P) tertutup dan saluran keluaran terhubung ke atmosfir melalui lubang pembuangan 3(R).

2.1.5.1.3 Katup 3/2 N/O, Dudukan Piring



Gambar 2.4 : Katup 3/2 N/O, dalam keadaan tidak aktif



Gambar 2.5 : Katup 3/2 N/O, dalam keadaan aktif

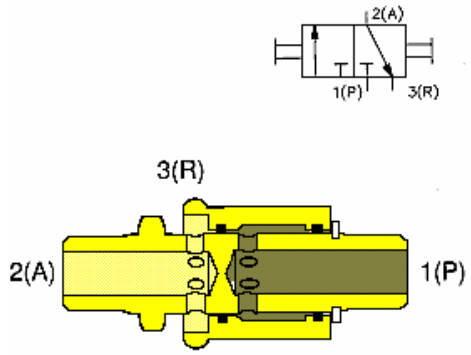
Sebuah katup 3/2 yang posisi normalnya terbuka mengalirkan udara dari lubang masukan 1(P) ke lubang keluaran 2(A), dinamakan katup normal terbuka (N/O). Posisi awal lubang masukan 1(P) tersambung ke lubang keluaran 2(A) melalui tangkai katup dan dudukan piringan menutup lubang ke pembuangan 3(R). Ketika tuas ditekan, udara dari lubang masukan 1(P) ditutup oleh tangkai duduk dan selanjutnya piringan tertekan sehingga lubang keluaran 2(A) terhubung ke atmosfir melalui lubang pembuangan 3(R). Ketika tuas

dilepas, piston dengan dua karet seal pada kedudukannya dikembalikan ke posisi awal oleh pegas pengembali. Sekali lagi lubang pembuangan 3(R) tertutup dan udara mengalir dari lubang masukan 1(P) ke lubang keluaran 2(A).

Katup bisa diaktifkan secara manual, mekanik, listrik dan pneumatik. Perbedaan metode pengaktifan bisa diterapkan pada kebutuhan yang sesuai dengan aplikasi itu sendiri.

2.1.5.1.4 Katup 3/2 Geser Dengan Tangan (Hand Slide Valve)

Katup 3/2 geser dengan tangan digunakan untuk mensuplai udara dari sebuah leher pensuplai udara ke pemakai. Konstruksi katup ini sederhana dan difungsikan sebagai katup pemutus dan penghubung aliran udara. Bentuknya kompak dan mempunyai dua penahan untuk memegang katup pada kondisi terbuka atau tertutup. Dengan menggeser rumah luar katup saluran 1(P) terhubung ke saluran keluaran 2(A) pada satu posisi., sedangkan posisi yang lain saluran keluaran 2(A) terhubung ke saluran pembuangan 3(R) yang membuang udara dari rangkaian kerja ke atmosfir.



Gambar 2.6 : Katup 3/2 Geser Dengan Tangan

2.1.5.1.5 Katup 3/2 Diaktifkan Secara Pneumatik

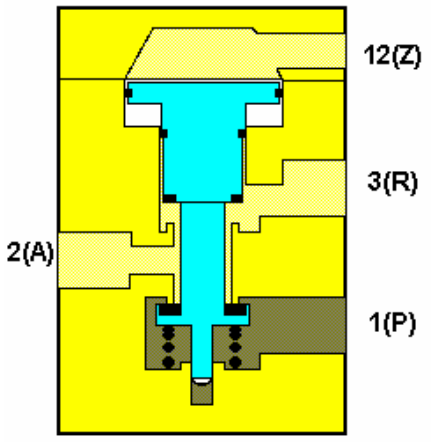
Katup 3/2 diaktifkan secara pneumatik , dioperasikan oleh sinyal udara pada lubang pengaktifan 12(Z), menggunakan udara dari luar sebagai pembantu. Ini digolongkan sebagai katup beroperasi dengan pilot tunggal, karena hanya ada satu sinyal kontrol dan katup mempunyai pegas pengembali.

2.1.5.1.5.1 Katup 3/2 Pilot Tunggal N/C

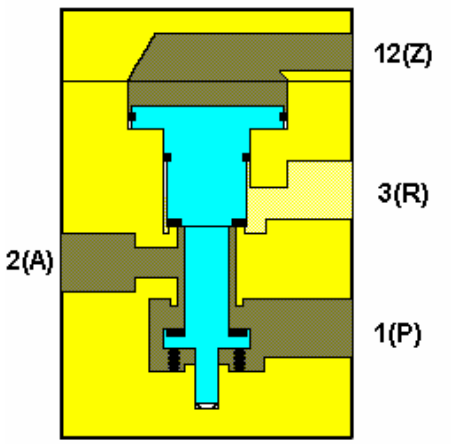
Pada posisi awal katup adalah normal tertutup karena saluran masukan 1(P) diblok oleh kedudukan piringan dan saluran keluaran 2(A) dibuang ke atmosfir. Katup yang diaktifkan secara pneumatik dapat dipakai sebagai sebuah elemen kontrol akhir dengan sistem kontrol tidak langsung.

Udara yang diberikan pada lubang pengaktifan 12(Z) menggerakkan tuas katup dan akibatnya pegas tertekan. Saluran masukan 1(P) dan saluran keluaran 2(A) mengeluarkan sinyal, sedangkan lubang pembuangan 3(R) terblok. Pada saat sinyal pada lubang 12(Z) dihentikan , tuas katup kembali ke posisi awal oleh gaya pegas pengembali. Piringan menutup sambungan antara saluran masukan 1(P) dan saluran keluaran 2(A), akibatnya udara yang ada dalam elemen kerja (silinder) dibuang ke saluran pembuangan 3(R) melalui saluran keluaran 2(A).

Konstruksi katup 3/2, pilot tunggal dengan posisi normal tertutup seperti pada gambar di bawah.



Gambar 2.7a : Katup 3/2 Pilot Tunggal N/C, dalam keadaan tidak aktif



Gambar 2.7b : Katup 3/2 Pilot Tunggal N/C, dalam keadaan aktif

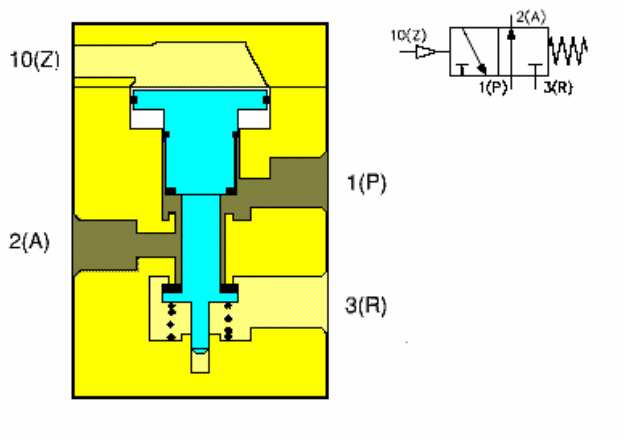
2.1.5.1.5.2 Katup 3/2 Pilot Tunggal N/O

Pada posisi awal katup adalah normal terbuka karena saluran masukan 1(P) terhubung dengan saluran keluaran 2(A).

Udara yang diberikan pada lubang pengaktifan 12(Z) menggerakkan tuas katup dan akibatnya pegas tertekan. Saluran masukan 1(P) terblok dan saluran keluaran 2(A) tidak mengeluarkan sinyal, sedangkan lubang pembuangan 3(R) terhubung dengan saluran keluaran 2(A) sehingga udara yang ada dalam elemen kerja (silinder) dibuang ke saluran pembuangan 3(R).

Pada saat sinyal pada lubang 12(Z) dihentikan , tuas katup kembali ke posisi awal oleh gaya pegas pengembali, sehingga aliran udara dari lubang 1(P) mengalir ke lubang 2(A)

Konstruksi katup 3/2, pilot tunggal dengan posisi normal terbuka seperti pada gambar di bawah.



Gambar 2.8 : Katup 3/2 Pilot Tunggal N/O, dalam keadaan tidak aktif

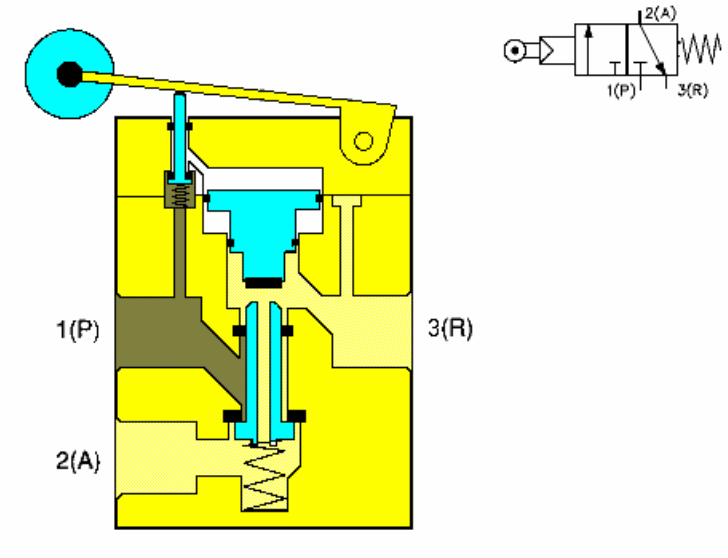
2.1.5.1.6 Katup 3/2 Dengan Tuas Rol

Untuk menahan gaya tekan pengaktifan yang tinggi, KKA yang diaktifkan secara mekanik bisa dilengkapi dengan katup pilot internal dan piston servo untuk membantu pembukaan katup. Gaya pengaktifan katup sering sebagai faktor penentu dalam aplikasinya. Bantuan servo memperbolehkan katup diaktifkan dengan gaya pengaktifan yang rendah, hal ini meningkatkan kepekaan dari sistem.

Sebuah lubang kecil menghubungkan saluran masukan 1(P) dengan katup pilot. Jika tuas rol diaktifkan katup pilot membuka . Udara bertekanan mengalir ke piston servo dan mengaktifkan piringan katup utama. Pada katup 3/2 dengan posisi normal tertutup, pengaruhnya adalah tertutupnya saluran

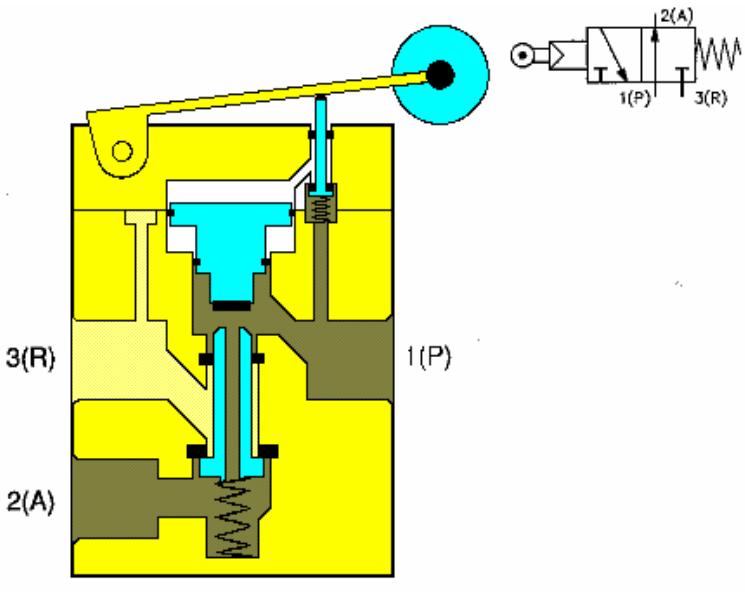
keluaran 2(P) ke saluran pembuangan 3(R), diikuti oleh kedua kedudukan piringan membuka udara mengalir dari saluran 1(P) ke 2(A).

Konstruksi katup 3/2 normal tertutup (N/C) dengan tuas rol digambarkan seperti di bawah :



Gambar 2.9 : Katup 3/2 , NC pengaktifan dengan tuas rol

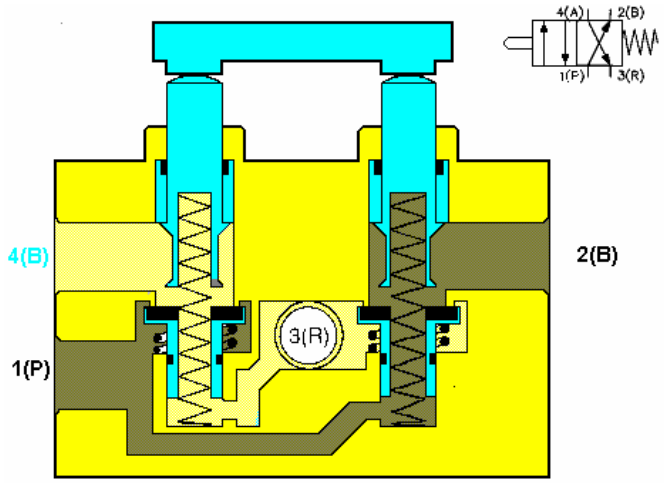
Jenis katup 3/2 normal terbuka dengan tuas rol diperlihatkan seperti pada gambar di bawah :



Gambar 2.10 : Katup 3/2 , NO, pengaktifan dengan rol

2.1.5.2 Katup 4/2

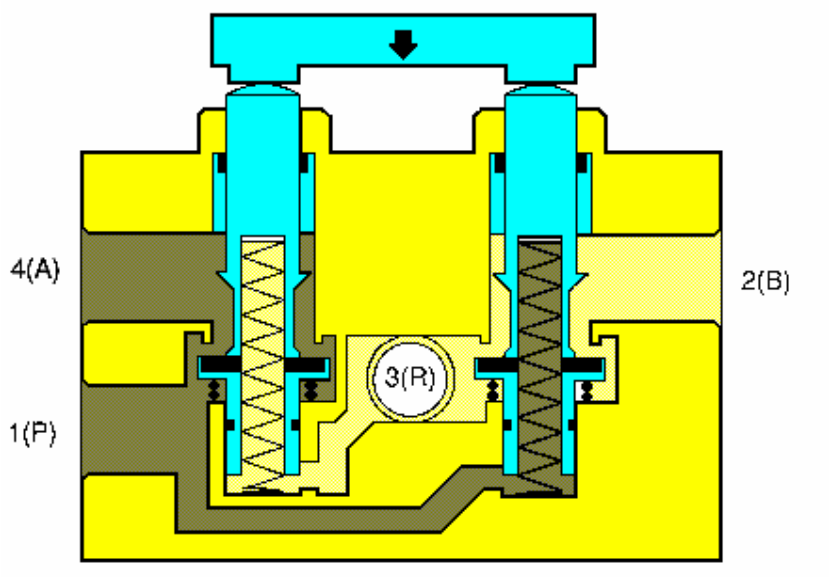
Katup 4/2 mempunyai 4 lubang dan 2 posisi kontak. Sebuah katup 4/2 dengan kedudukan piringan adalah sama konstruksi dengan kombinasi gabungan dua katup 3/2 : satu katup N/C dan satu katup N/O. Konstruksi katup 4/2 dengan posisi awal (tidak tertekan) seperti pada gambar di bawah :



Gambar 2.11 : Katup 4/2 dudukan piringan, dalam keadaan tidak aktif

Jika dua tuas diaktifkan secara bersamaan, saluran 1(P) ke 2(B) dan 4(A) ke 3(R) ditutup oleh gerakan pertama. Dengan menekan tuas katup selanjutnya piringan melawan gaya pegas pengembali , aliran antara saluran 1(P) ke 4(A) dan 2(B) ke 3(R) terbuka. Tuas katup bisa dioperasikan dengan menambah pada bagian puncak tuas dengan lengan rol atau tombol tekan.

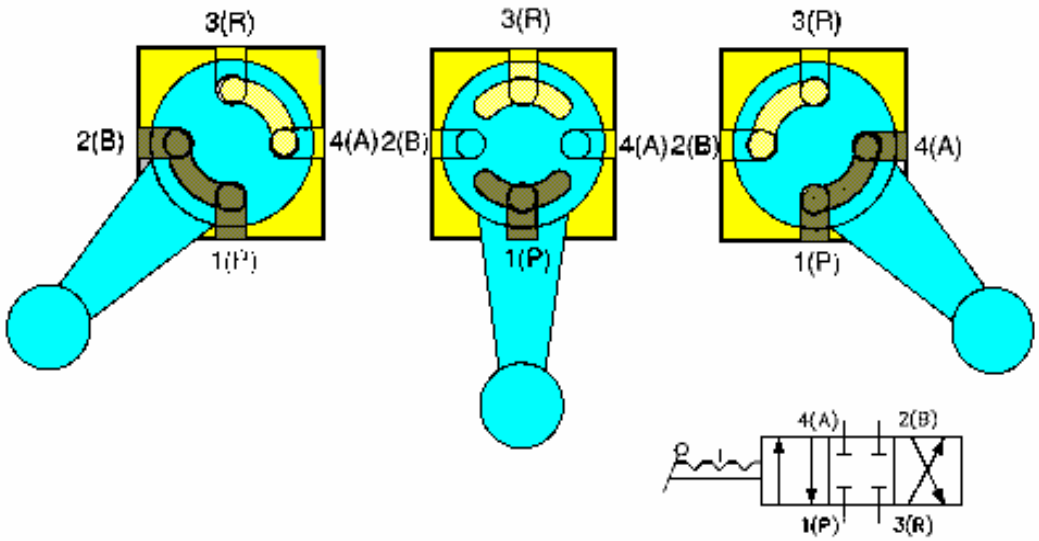
Katup 4/2 dudukan piringan, tertekan diperlihatkan seperti pada gambar di bawah :



Gambar 2.12 : Katup 4/2 dudukan piringan , dalam keadaan aktif

2.1.5.3 Katup 4/3

Katup 4/3 mempunyai 4 lubang dan 3 posisi kontak. Contoh katup ini adalah katup geser pelat dengan pengaktifan tangan. Konstruksi katup diperlihatkan seperti pada gambar di bawah :



Gambar 2.13 : Katup 4/3 , plat geser dengan posisi tengah tertutup

Pada saat posisi normal (pegangan di tengah), semua lubang terblokir. Pada saat aktif, kanal-kanal sirkulasi akan saling berhubungan dengan berputarnya dua piringan. Jika pegangan diputar ke kanan, aliran dari 1(P) ke 4(A) dan 2(B) ke 3(R) terbuka. Sedangkan jika pegangan diputar ke kiri, aliran dari 1(P) ke 2(B) dan 4(A) ke 3(R) terbuka.

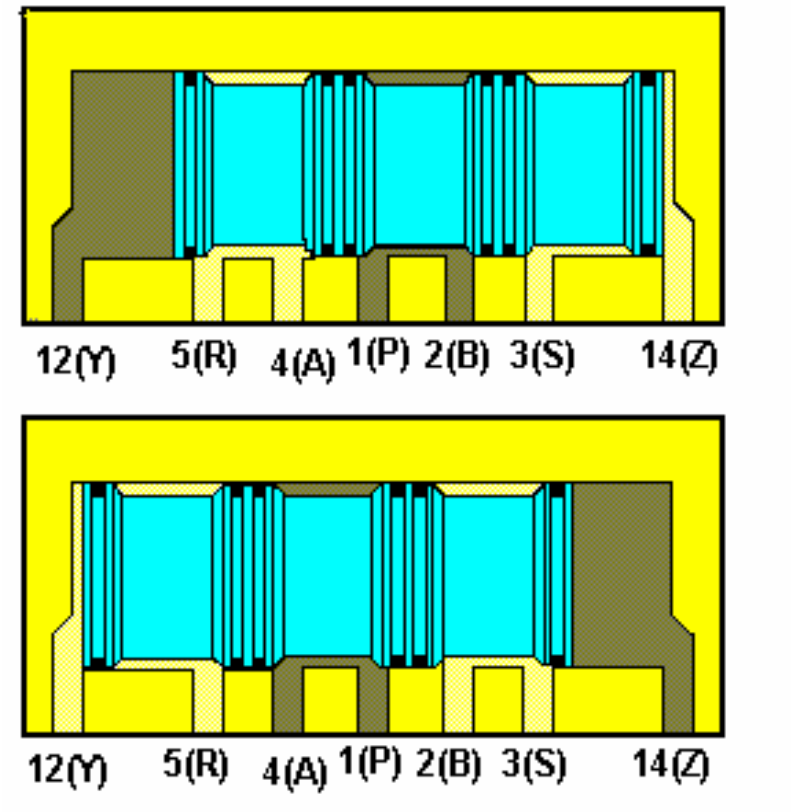
2.1.5.4 Katup 5/2

Katup 5/2 mempunyai 5 lubang dan 2 posisi kontak. Katup ini dipakai sebagai elemen kontrol akhir untuk menggerakkan silinder.Katup geser memanjang adalah contoh katup 5/2. Sebagai elemen kontrol, katup ini memiliki sebuah piston kontrol yang dengan gerakan horisontalnya menghubungkan atau memisahkan saluran yang sesuai. Tenaga pengoperasiannya adalah kecil sebab tidak ada tekanan udara atau tekanan pegas yang harus diatasi (prinsip dudukan bola atau dudukan piring).

Pada katup geser memanjang semua cara pengaktifan manual, mekanis, elektris atau pneumatis adalah mungkin. Juga untuk pengembalian katup ke posisi awal, dapat digunakan cara-cara pengaktifan ini.Jalan pengaktifan jauh lebih panjang dari pada katup duduk. Dalam memasang katup geser, perapatan menjadi masalah . Perapatan yang sudah dikenal dalam hidrolik : “Logam pada logam“ memerlukan pengepasan piston geser secara tepat ke dalam rumahnya.

Pada katup pneumatik, jarak antara dudukan dan rumahnya tidak boleh lebih dari 0,002 - 0,004 mm, kalau tidak kerugian kebocoran akan menjadi lebih besar. Untuk menghemat biaya pemasangan yang mahal, dudukan sering memakai seal jenis O. Untuk menjaga kerusakan seal, lubang sambungan bisa ditempatkan di sekitar keliling rumah dudukan.

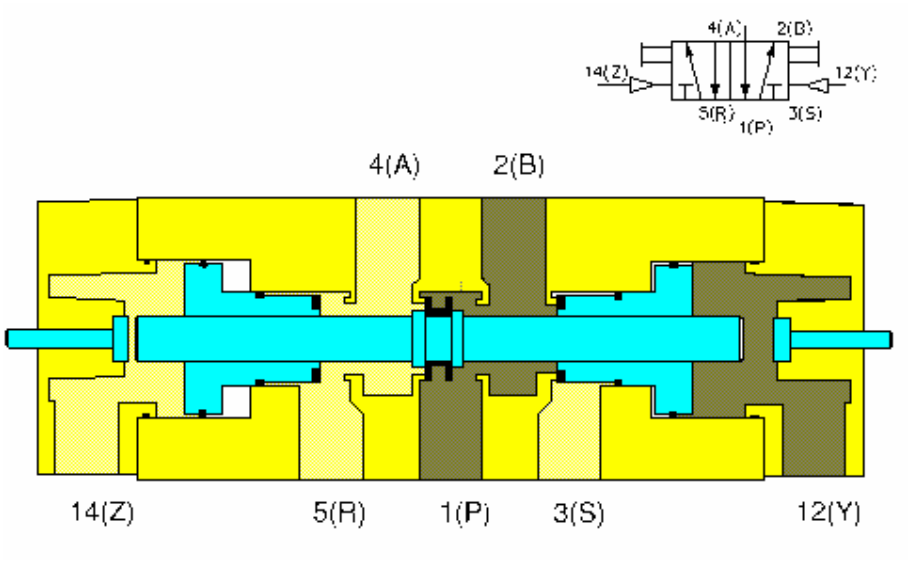
Contoh katup 5/2 , prinsip geser mendatar sebagai berikut :



Gambar 2.14 : Katup 5/2 , Prinsip Geser Mendatar

Metode lain dari seal adalah menggunakan sebuah dudukan piring penutup dengan gerakan memutus-menghubung relatif kecil. Dudukan piringan seal menyambung saluran masukan 1(P) ke saluran keluaran 2(B) atau 4(A). Seal kedua pada kumparan piston menghubungkan saluran pembuangan ke lubang pembuangan . Ada tombol manual yang menumpang pada setiap akhir dari pengoperasian katup secara manual. Katup 5/2 dengan pilot udara ganda mempunyai sifat memori kontrol. Posisi pensakelaran terakhir dipertahankan sampai posisi pensakelaran baru diawali oleh sinyal pilot pada sisi yang berlawanan dari sinyal terakhir. Posisi yang baru ini disimpan sampai sinyal yang lain diberikan .

Konstruksi katup 5/2 dudukan piringan seperti gambar berikut :



Gambar 2.15 : Katup 5/2, Dudukan Piringan

2.1.6 Pemasangan Katup

2.1.6.1 Pemasangan Katup Dengan Tuas Rol

Keandalan sebuah pengontrolan bertahap sangat bergantung pada pemasangan katup batas (limit switch) yang benar. Untuk semua perencanaan pemasangan katup batas harus bisa diatur posisi kedudukan dengan mudah agar supaya mendapatkan keserasian koordinasi gerakan silinder dalam urutan kontrol.

2.1.6.2 Penempatan Katup

Pemilihan katup yang cermat, penempatan yang benar adalah sebagai salah satu persyaratan lanjutan, untuk keandalan sifat pensakelaran harus bebas gangguan pengoperasiannya, hal ini memberikan kemudahan untuk mereparasi dan memelihara. Pemakaian ini pada katup-katup dalam bagian daya dan katup-katup dalam bagian kontrol.

Katup yang diaktifkan secara manual untuk sinyal masukan pada umumnya ditempatkan pada panel kontrol atau meja kontrol. Maka dari itu praktis dan tepat sekali untuk memakai katup-katup dengan pengaktifan yang

bisa ditempatkan pada katup dasar. Variasi pengaktifan tersedia untuk macam yang luas dari fungsi masukan.

Penempatan katup kontrol harus bisa diambil dengan mudah untuk mereparasi, mengeluarkan atau memodifikasi kerjanya. Penomoran komponen dan pemakai indikator sebagai penunjuk untuk sinyal kontrol merupakan hal yang paling penting guna untuk mengurangi waktu tunda dan memudahkan pencarian kesalahan.

Katup-katup daya mempunyai tugas pengaktifan pneumatik untuk mengatur sesuai dengan urutan tahapan kontrol yang telah ditentukan. Persyaratan dasar untuk katup daya adalah untuk membolehkan membalik aliran udara ke silinder begitu sinyal kontrol telah diberikan. Katup daya sebaiknya ditempatkan sedekat mungkin dengan silinder. Agar supaya panjang saluran bisa diperpendek dan juga waktu pensakelaran seideal dan sependek mungkin . Katup daya bisa ditempatkan langsung ke pengatur. Sebagai keuntungan tambahan adalah bahwa penyambung, slang dan waktu pemasangan bisa dihemat.

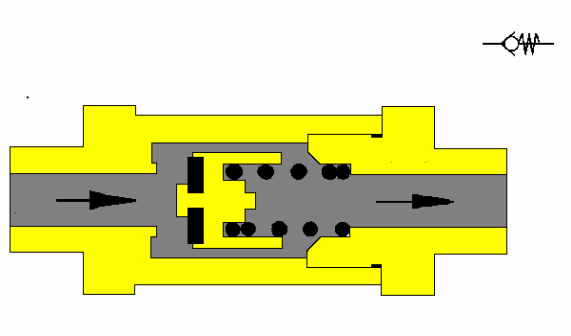
2.2 Katup Satu Arah

Katup satu arah adalah bagian yang menutup aliran ke satu arah dan melewatkannya ke arah yang berlawanan. Tekanan pada sisi aliran membebani bagian yang menutup dan dengan demikian meningkatkan daya perapatan katup.

Ada banyak variasi dalam ukuran dan konstruksi dikembangkan dari katup satu arah. Disamping itu katup satu arah dengan fungsi elemen yang lain membentuk elemen yang terpadu, seperti katup kontrol aliran satu arah, katup buangan cepat, katup fungsi “DAN”, katup fungsi “ATAU”.

2.2.1 Katup Cek (Check Valves)

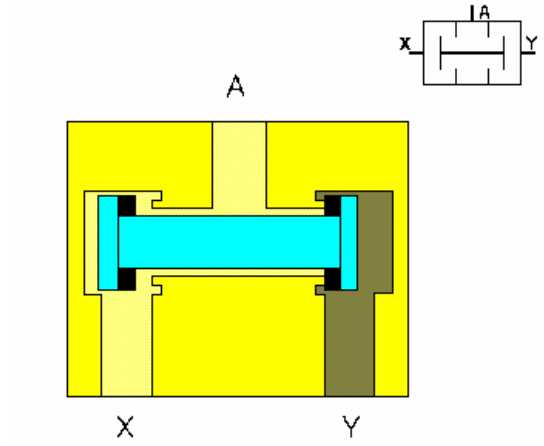
Katup satu arah dapat menutup aliran secara sempurna pada satu arah. Pada arah yang berlawanan, udara mengalir bebas dengan kerugian tekanan seminimal mungkin. Pemblokiran ke satu arah dapat dilakukan dengan konis (cones), bola, pelat atau membran.



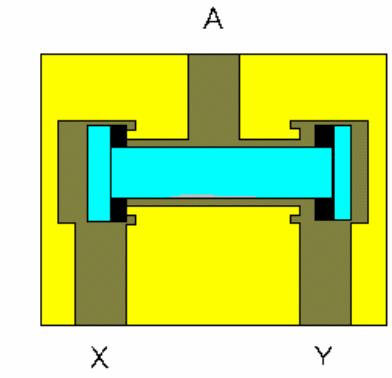
Gambar 2.15 : Katup Cek

2.2.2 Katup Dua Tekanan / Katup Fungsi " DAN " (*Two Pressure Valves*)

Elemen-elemen pada 3 saluran penghubung yang mempunyai sifat satu arah dapat dipasang sebagai elemen penghubung sesuai arah aliran udara. Dua katup yang ditandai sebagai elemen penghubung mempunyai karakteristik logika yang ditentukan melalui dua sinyal masukan dan satu keluaran. Salah satu katup yang membutuhkan dua sinyal masukan untuk menghasilkan sinyal keluaran adalah katup dua tekanan (*Two Pressure Valves*) atau katup fungsi "DAN".



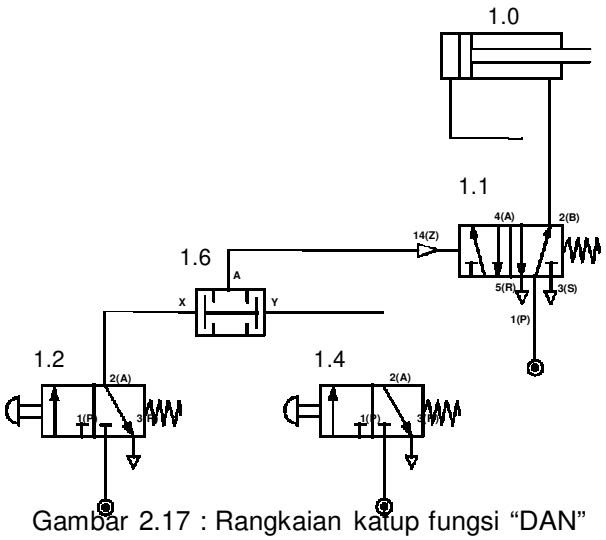
Gambar 2.16a : Katup Fungsi "DAN" dengan input pada Y



Gambar 2.16b : Katup Fungsi "DAN" dengan input pada X dan Y

Udara bertekanan hanya mengalir jika ke dua lubang masukan diberi sinyal. Satu sinyal masukan memblokir aliran. Jika sinyal diberikan ke dua sisi masukan (X dan Y), sinyal akan lewat ke luar. Jika sinyal masukan berbeda tekanannya, maka sinyal dengan tekanan yang lebih besar memblokir katup dan sinyal dengan tekanan yang lebih kecil yang mengalir ke luar sebagai

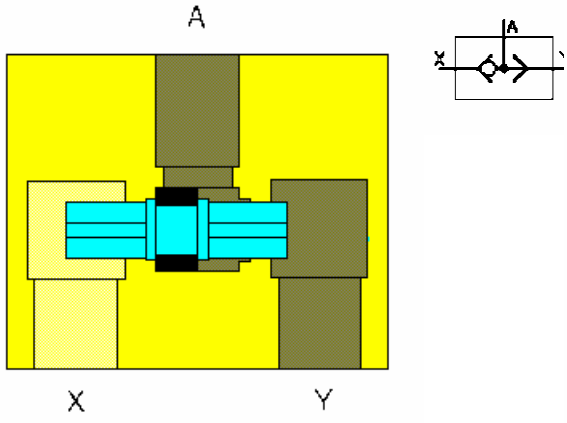
sinyal keluaran. Katup dua tekanan pada umumnya digunakan untuk kontrol pengunci, kontrol pengaman, fungsi cek dan fungsi logika.



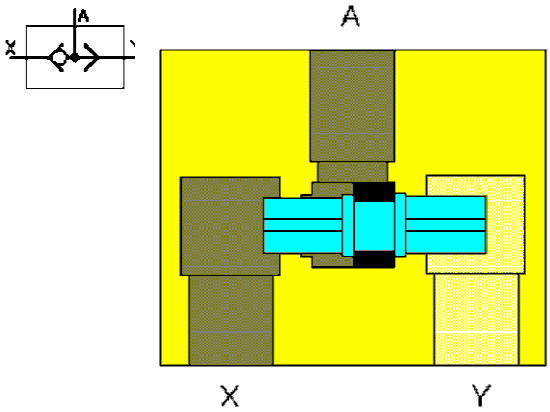
Gambar 2.17 : Rangkaian katup fungsi "DAN"

2.2.3 Katup Ganti / Katup Fungsi "ATAU" (Shuttle Valve)

Katup ini mempunyai dua masukan dan satu keluaran. Jika udara dialirkan melalui lubang pertama (Y), maka kedudukan seal katup menutup lubang masukan yang lain sehingga sinyal dilewatkan ke lubang keluaran (A). Ketika arah aliran udara dibalik (dari A ke Y), silinder atau katup terhubung ke pembuangan. Kedudukan seal tetap pada posisi sebelumnya karena kondisi tekanan.



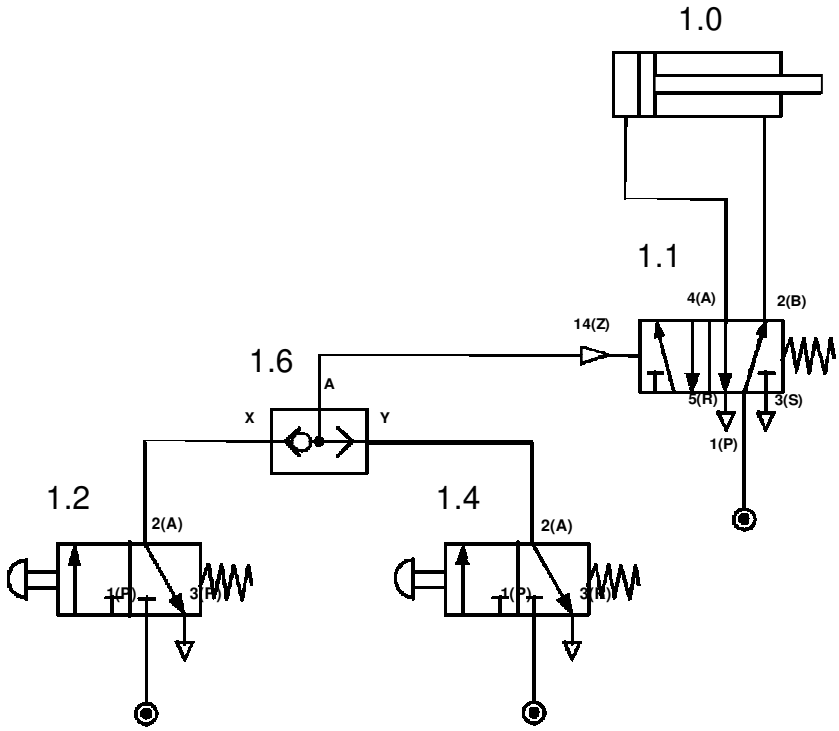
Gambar 2.18a : Katup Fungsi "ATAU" dengan input pada Y



Gambar 2.18b : Katup Fungsi "ATAU" dengan input pada X

Katup ini disebut juga komponen fungsi “ATAU”. Jika silinder atau katup kontrol dioperasikan dari dua tempat atau lebih, katup ganti bisa digunakan.

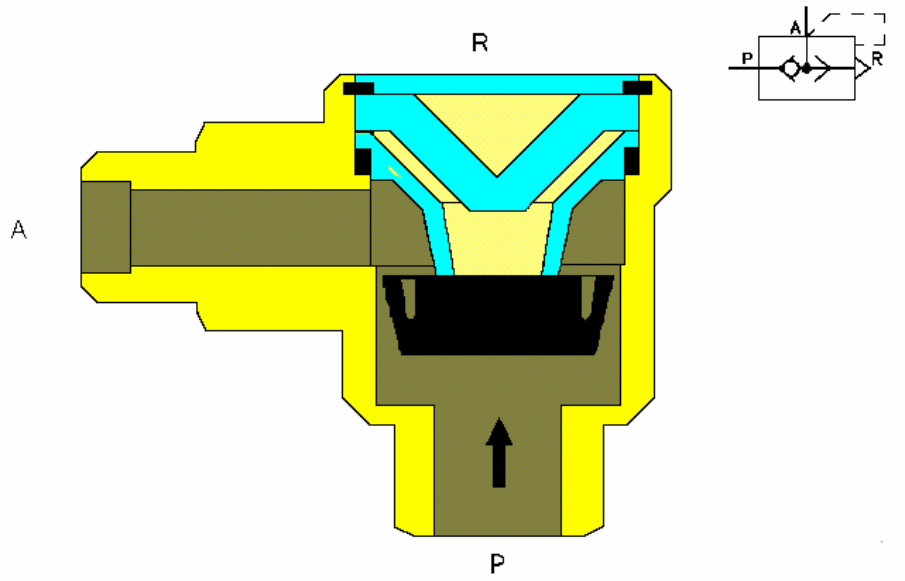
Pada contoh berikut menunjukkan sebuah silinder yang diaktifkan dengan menggunakan sebuah katup yang dioperasikan dengan tangan dan lainnya dipasang pada posisi yang berjauhan.



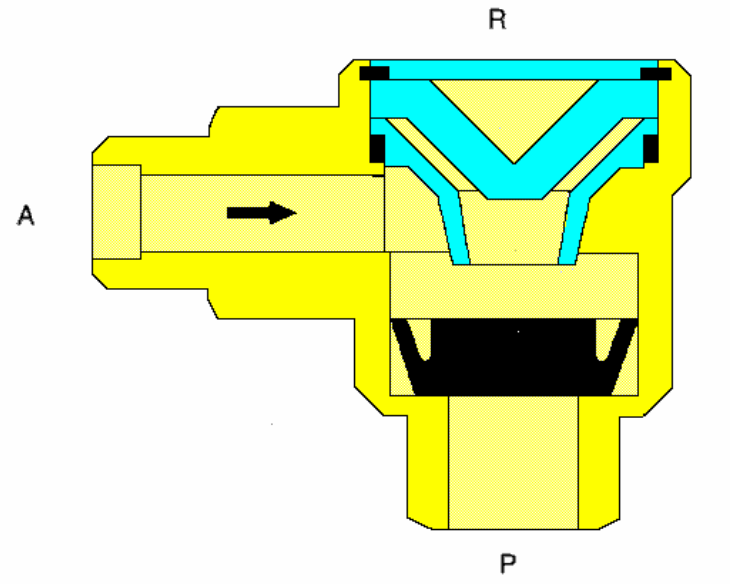
Gambar 2.19 : Rangkaian katup fungsi “ATAU”

2.2.4 Katup Buangan-Cepat (*Quick Exhaust Valve*)

Katup buangan-cepat digunakan untuk meningkatkan kecepatan silinder. Prinsip kerja silinder dapat maju atau mundur sampai mencapai kecepatan maksimum dengan jalan memotong jalan pembuangan udara ke atmosfir. Dengan menggunakan katup buangan cepat, udara pembuangan dari silinder keluar lewat lubang besar katup tersebut.



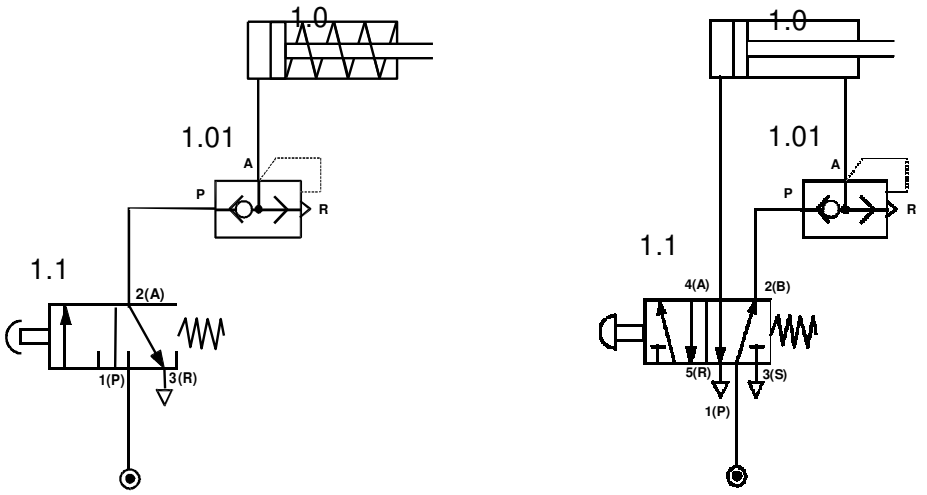
Gambar 2.20 : Katup buangan cepat, udara mengalir ke silinder



Gambar 2.21 : Katup buangan-cepat, udara pembuangan dari silinder

Katup buangan cepat mempunyai sambungan udara masuk P, keluaran A dan lubang pembuangan R. Aliran udara masuk lewat P dan keluar bebas melaui terbukanya komponen katup cek. Lubang R terblokir oleh piringan.

Jika udara disuplai dari lubang A, piringan akan menutup lubang P dan udara keluar ke atmosfir lewat lubang R. Peningkatan kecepatan tersebut dibandingkan dengan pembuangan udara lewat katup kontrol akhir. Cara tersebut mudah dilaksanakan dengan jalan memasang katup buangan-cepat langsung pada silinder atau sedekat mungkin dengan silinder.



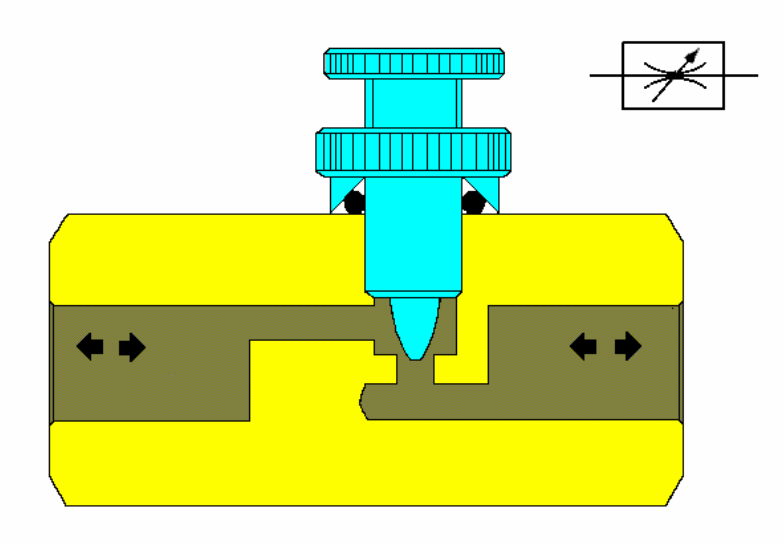
Gambar 2.22 : Rangkaian dengan katup buangan-cepat

2.3 Katup Kontrol Aliran

Katup kontrol aliran mempengaruhi volume aliran udara bertekanan yang keluar pada dua arah. Bila katup cek dipasang bersama-sama dengan katup ini, maka pengaruh kontrol kecepatan hanya pada satu arah saja. Gabungan katup ini dapat dipasang langsung pada lubang masukan atau keluaran silinder atau pada lubang pembuangan katup kontrol arah.

2.3.1 Katup Cekik , Dua Arah (Throttle Valves)

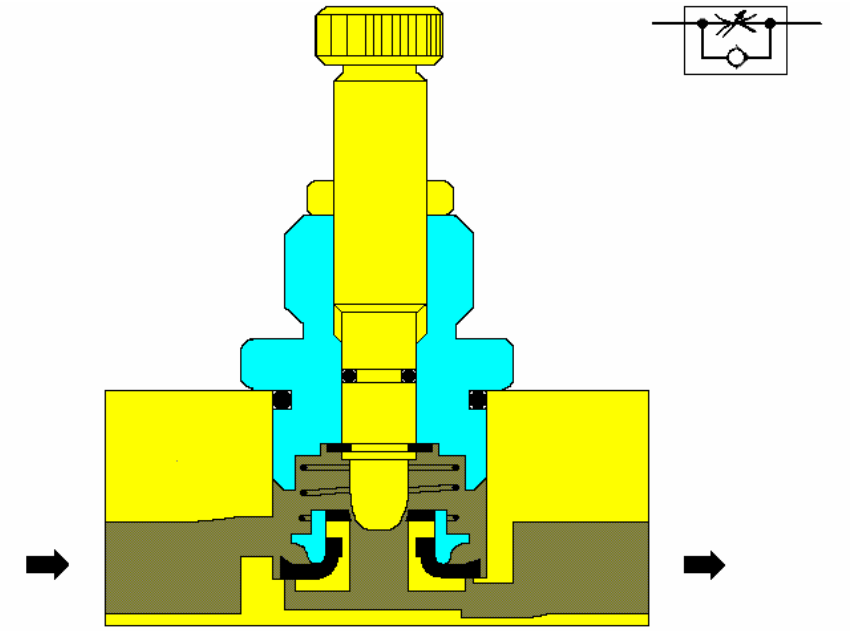
Katup cekik pada keadaan normal dapat diatur dan pengesetannya dapat dikunci pada posisi yang diinginkan. Karena sifat udara yang kompresibel, karakteristik gerakan silinder tergantung dari beban dan tekanan udara. Oleh karena itu katup kontrol aliran digunakan untuk mengontrol kecepatan silinder dengan berbagai harga yang bervariasi. Hati-hati agar tidak menutup katup ini penuh, karena akan menutup udara ke sistem.



Gambar 2.22 : Katup Cekik

2.3.2 Katup Kontrol Aliran, Satu Arah.

Dengan konstruksi katup seperti ini, aliran udara lewat pencekikan (penyempitan) hanya satu arah saja. Blok katup cek akan memblokir aliran udara, sehingga aliran udara hanya lewat pencekikan. Pada arah yang berlawanan udara bebas mengalir lewat katup cek. Katup ini digunakan untuk mengatur kecepatan silinder.



Gambar 2.23 : Katup Kontrol Aliran, Satu Arah

Ada dua jenis rangkaian pencekikan aliran udara untuk silinder kerja ganda :

Pencekikan udara masukan.

Pencekikan udara buangan.

2.3.2.1 Pencekikan Udara Masukan

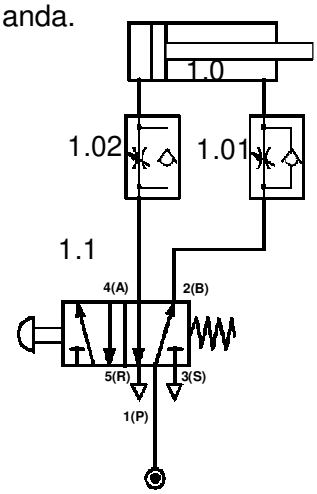
Pada pencekikan udara masukan, katup kontrol aliran satu arah dipasang sedemikian rupa sehingga udara yang masuk silinder dicekik. Udara pembuangan bisa keluar dengan bebas melalui katup satu arah yang dipasang pada sisi keluaran silinder. Perubahan pergeseran beban ketika melewati sebuah katup pembatas, menunjukkan ketidakteraturan yang besar dalam pemberian kecepatan, jika udara masukan diperkecil.

Pencekikan udara masukan dapat digunakan pada silinder kerja tunggal dan dan silinder dengan volume kecil.

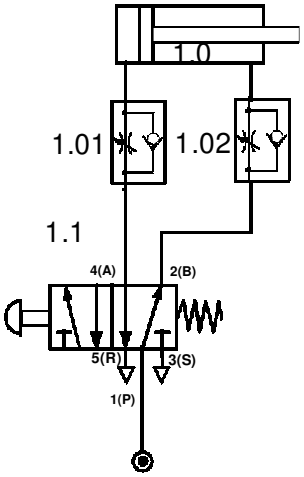
2.3.2.2 Pencekikan Udara Keluaran

Dengan pencekikan udara buangan, udara masukan mengalir dengan bebas ke silinder dan udara buangan dicekik. Dalam hal ini piston dibebani antara dua pengereman. Pertama, efek pengereman adalah tekanan masukan pada silinder dan yang kedua adalah udara buangan yang ditahan oleh katup kontrol aliran satu arah.

Pencekikan udara buangan digunakan untuk mengatur kecepatan silinder kerja ganda.



Gambar 2.24a : Pencekikan udara masukan.



Gambar 2.24b : Pencekikan udara keluaran.

2.4 Katup Tekanan

2.4.1 Macam-Macam Katup Tekanan

Katup tekanan adalah elemen yang sangat mempengaruhi tekanan atau dikontrol oleh besarnya tekanan. Katup tekanan dapat dibagi dalam 3 kelompok sebagai berikut :

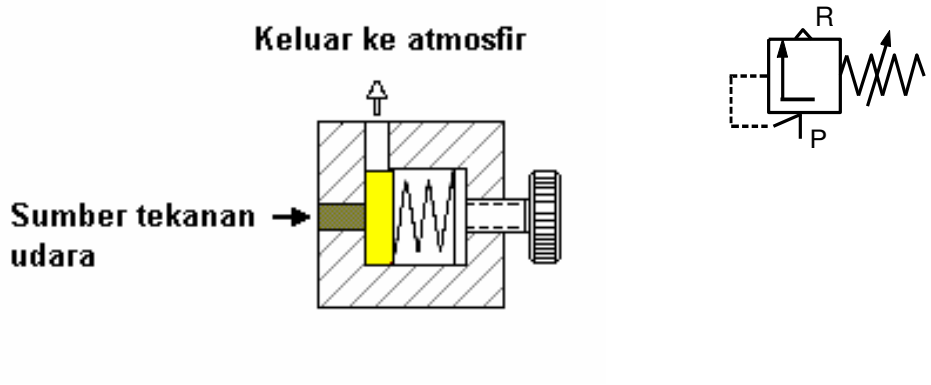
Katup pengatur tekanan (Pressure Regulating Valve)

Katup pembatas tekanan (Pressure Limiting Valve)

Katup sakelar tekanan (Sequence Valve)

2.4.2 Katup Pembatas Tekanan

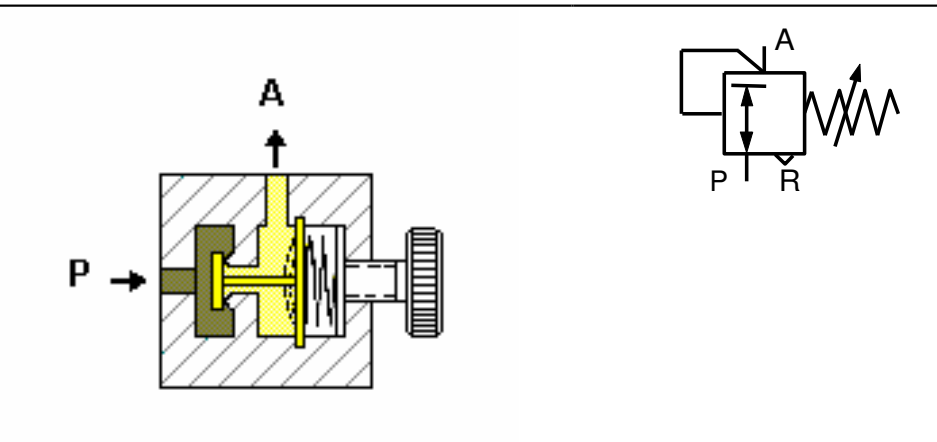
Katup ini terutama dipakai sebagai katup pengaman (katup tekanan lebih). Katup ini mencegah terlampauinya tekanan maksimal yang ditolerir dalam sistem. Apabila nilai dalam tekanan maksimal tercapai pada lubang masukan, maka lubang keluaran pada katup akan terbuka dan udara bertekanan dibuang ke atmosfir. Katup tetap terbuka sampai katup ditutup oleh gaya pegas di dalam setelah mencapai tekanan kerja yang diinginkan.



Gambar 2.25 : Katup Pembatas Tekanan

2.4.3 Katup Pengatur Tekanan

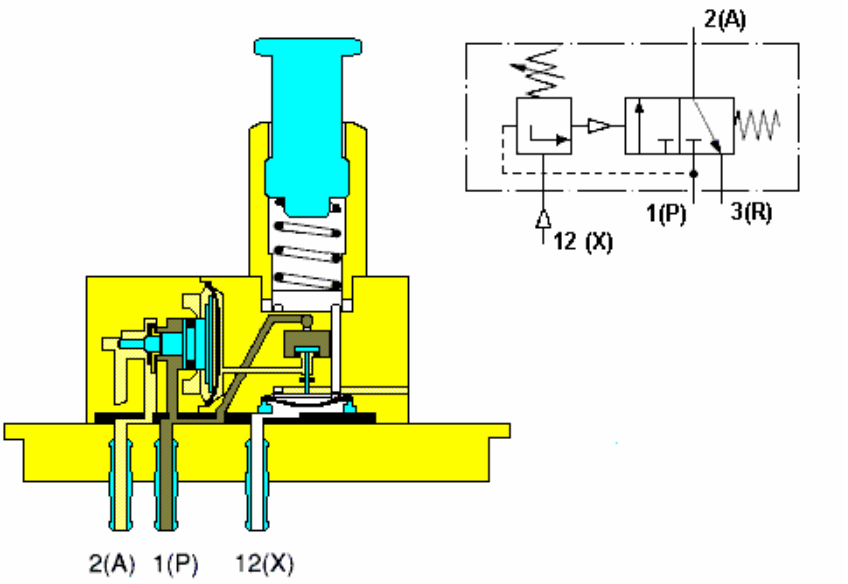
Katup pengatur tekanan diuraikan di bagian perlengkapan pemeliharaan udara (Servis Unit). Yang penting dari unit ini adalah untuk menjaga tekanan yang stabil, walaupun dengan tekanan masukan yang berubah-ubah. Tekanan masukan harus lebih besar daripada tekanan keluaran yang diinginkan.



Gambar 2.26 : Katup Pengatur Tekanan

2.4.4 Katup Sakelar Tekanan

Katup ini bekerja sesuai dengan prinsip yang sama seperti katup pembatas tekanan. Katup akan terbuka apabila tekanan yang diatur pada pegas terlampaui. Udara mengalir dari 1(P) ke 2(A). Lubang keluaran 2(A) terbuka apabila sudah terbentuk tekanan yang diatur pada saluran kontrol 12(X). Piston kontrol membuka jalur 1(P) ke 2(A).



Gambar 2.27 : Katup Sakelar Tekanan

2.5 Katup Tunda Waktu

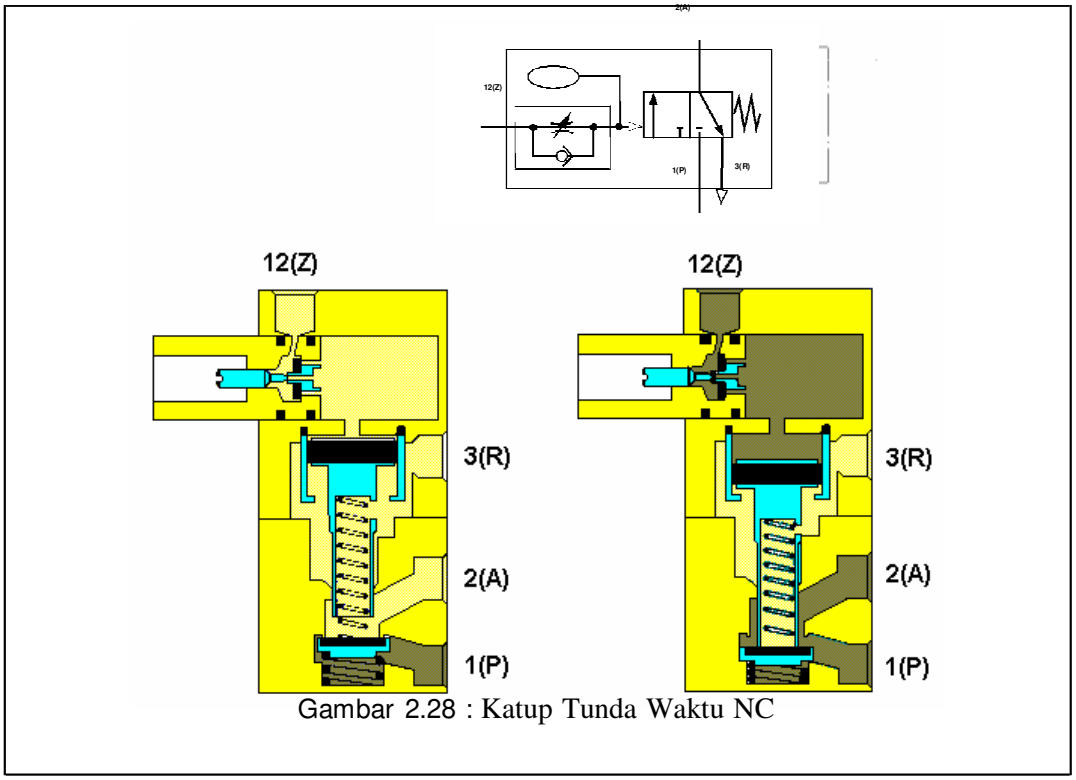
2.5.1. Macam-Macam Katup Tunda Waktu

Katup tunda waktu adalah kombinasi/gabungan dari katup 3/2, katup kontrol aliran satu arah, dan tangki udara. Katup 3/2 dapat sebagai katup dengan posisi normal membuka (NO) atau menutup (NC). Jika hanya menggunakan katup 3/2 dan katup kontrol aliran satu arah, tunda waktunya biasanya berkisar antara 0-30 detik. Dengan menggunakan tambahan tangki udara, waktu dapat diperlambat. Perubahan waktu secara akurat dijamin, jika udara bersih dan tekanan relatif stabil.

2.5.1.1 Katup Tunda Waktu NC

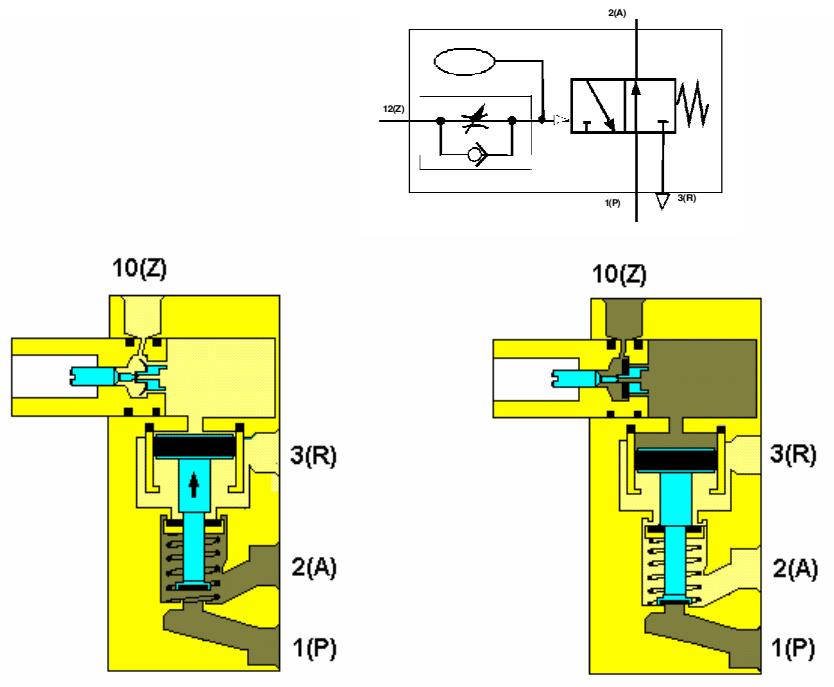
Berdasarkan gambar diagram dibawah, udara bertekanan dimasukkan ke katup pada saluran 1(P). Aliran udara kontrol masuk katup pada saluran 12(Z). Udara ini akan mengalir melalui katup kontrol aliran satu arah dan tergantung pada setting sekrup pencekik, lebih besar atau lebih kecil dari jumlah aliran udara setiap unit waktunya ke dalam tangki udara. Ketika tekanan kontrol yang diperlukan telah terpenuhi di dalam tangki udara, bantalan pemandu katup 3/2 digerakkan turun ke bawah. Hal ini akan memblok saluran 2(A) ke 3(R). Piringan katup diangkat dari kedudukan semula dan kemudian udara dapat mengalir dari 1(P) ke 2(A). Waktu yang diperlukan untuk tekanan mencapai nominal dalam tangki udara adalah sama dengan waktu tunda kontrol pada katup.

Jika katup tunda waktu adalah menghubung ke posisi inisialnya, jalur pilot 12(Z) harus dibuang. Udara mengalir dari tangki udara ke atmosfer melalui jalan pintas katup kontrol aliran satu arah dan kemudian ke jalur pembuangan. Pegas katup mengembalikan bantalan pemandu dan piringan katup ke posisi inisialnya. Jalur kerja 2(A) membuang ke 3(R) dan 1(P) terblok.



Gambar 2.28 : Katup Tunda Waktu NC

2.5.1.2 Katup Tunda Waktu N0



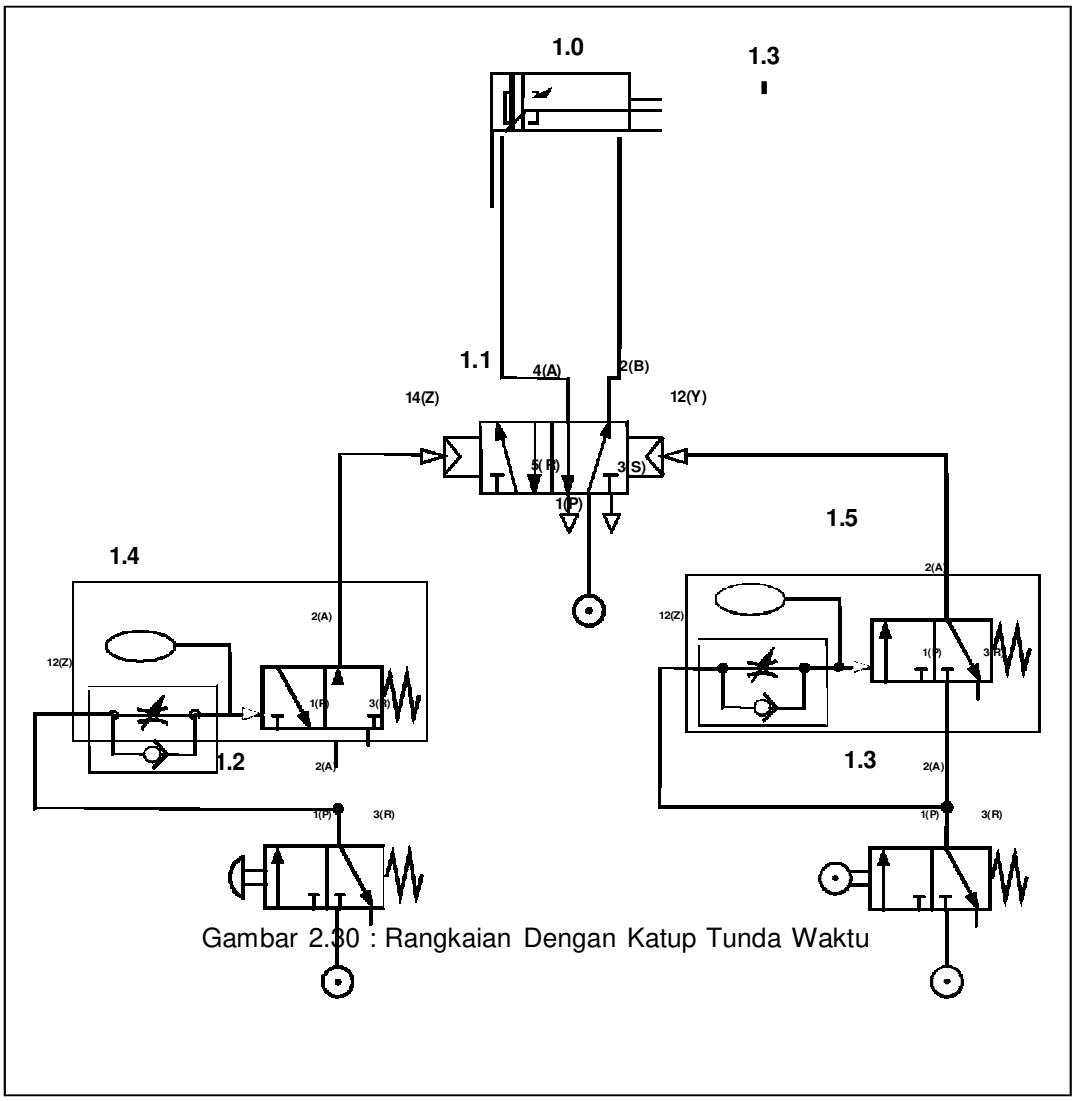
Gambar 2.29 : Katup Tunda Waktu NO

Katup tunda waktu normal membuka memiliki katup 3/2 dengan posisi NO. Pada posisi inisial output 2(A) adalah aktif. Ketika katup dihubungkan dengan 10(Z) output 2(A) dibuang. Akibatnya sinyal keluaran akan segera mati setelah setting tunda waktu tercapai.

2.5.2 Rangkaian Katup Tunda Waktu

Rangkaian berikut ini menggunakan 2 buah katup tunda waktu, sebuah katup NC (1.5) dan yang lain katup NO (1.4). Pengoperasian dimulai dengan tombol tekan (1.2), sinyal yang dikeluarkan diteruskan melalui katup (1.4) dan menyebabkan silinder bergerak maju melalui lubang 14(Z) katup memori (1.1). Katup tunda waktu (1.4) mempunyai set tunda waktu yang sangat pendek yaitu 0.5 detik. Hal ini cukup lama untuk memulai sinyal start tetapi kemudian sinyal 14(Z) diputuskan oleh sinyal pemandu timer 10(Z). Silinder mengoperasikan katup rol (1.3). Katup tunda waktu (1.5) menerima sinyal pemandu yang kemudian setelah setting waktu terlampaui akan membuka katup tunda waktu. Sinyal keluaran ini mensuply sinyal 12(Y) yang akan membalik katup (1.1) dan silinder bergerak mundur. Siklus baru hanya dapat dimulai jika tombol start

telah dilepas. Terlepasnya katup tombol mereset timer (1.4) dengan membuang sinyal 10(Z).



Gambar 2.30 : Rangkaian Dengan Katup Tunda Waktu